10/2

inra

15 AVR 1982

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX

P 1487

ISSN 0395-7519

BULLETIN TECHNIQUE

N°47 MARS 1982

trimestriel

BTT-48

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

I. N. R. A.
SERVICE DE DOCUMENTATION
15. AVR. 1982
UNITE CENTRALE DE VERSAILLES

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE

N°47 MARS 1982

C.R.Z.V. de Theix - 63110 BEAUMONT - Tel. (73) 92.42.63

Sommaire

F. MENISSIER, J. SAPA - Programmes de sélection pour améliorer les performances de reproduction des bovins à viande 5

X. GARAMBOIS - Utilisation du blé dur pour l'engraissement des agneaux - Résultats préliminaires - 15

J. ANDRIEU, C. DEMARQUILLY, J. LE DU - Valeur alimentaire de la plante entière de féverole, de lupin, de pois et de soja sur pied et après ensilage 19

P.R. PARRASSIN, R. VERITE, A. HODEN - Utilisation des drèches de brasserie ensilées par les vaches laitières 27

P.R. PARRASSIN, A. HODEN, M. JOURNET - Ensilages d'herbe et de maïs pour les vaches laitières dans l'Est de la France 33

C. DARDILLAT - Comment obtenir des veaux résistants 37

M. RENERRE - La couleur de la viande et sa mesure 47

M. LHERM, D. BEBIN, G. LIENARD, J. MARZIN, G. CARRERE - En élevage charolais des zones herbagères, la situation s'est améliorée en 1980, mais bien des difficultés subsistent 55

Ve Symposium International sur la Physiologie des Ruminants

M. CHENOST - SECTION VII - Adaptation digestive 69

P. THIVEND - SECTION VIII - Physiologie digestive comparée 73

Compte rendu des 13èmes journées du ''Grenier de Theix'' 81

Congrès, Symposium, Réunions internationales 85

Sommaire des publications des chercheurs du centre parues dans les annales de l'I.N.R.A. 89

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (47) 5-14

Programmes de sélection pour améliorer les performances de reproduction des bovins à viande *

F. MENISSIER et J. SAPA

I.N.R.A. Station de Génétique quantitative et appliquée
C.N.R.Z. Jouy-en-Josas

I - Introduction

Encore plus que pour les troupeaux laitiers, la reproduction est une fonction essentielle pour les troupeaux de bovins à viande car leur ''productivité numérique'' en dépend étroitement. Cette productivité numérique (nombre de veaux sevrés ou commercialisables par année et par vache du troupeau - LIENARD et LEGENDRE, 1974 ; MENISSIER *et al.*, 1975) combine deux grandes aptitudes zootechniques liées à la reproduction :

- d'une part la fertilité des mères durant leur carrière de reproductrice,
- et d'autre part la viabilité des veaux de leur naissance à leur sevrage.

La sélection sur chacune de ces aptitudes ne sera efficace que si d'abord il existe des différences d'origine génétique entre animaux qui se transmettent à leurs descendants (c'est à dire si le caractère est héritable) et que si ensuite des programmes de sélection sont élaborés pour mettre en évidence ces différences et pour les exploiter dans le choix des reproducteurs. C'est ce que nous allons examiner ensemble.

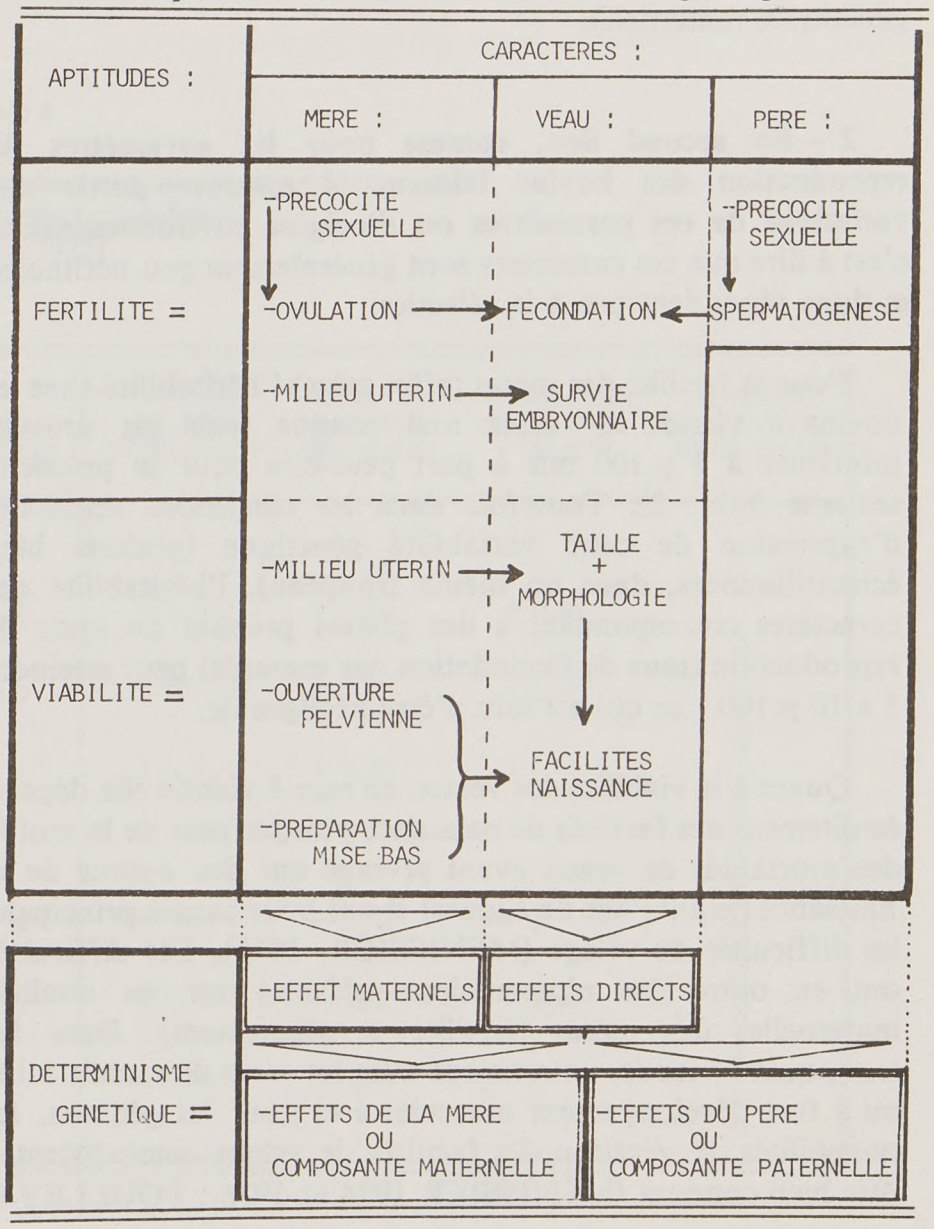
II - Les possibilités de sélection sur les paramètres de reproduction chez les bovins à viande

Tout d'abord quelles sont les possibilités de sélection des paramètres de reproduction chez les bovins à viande ? A la lumière des connaissances biologiques et génétiques sur ces caractères il est généralement admis que cette sélection est peu efficace et difficile à réaliser. Il y a trois raisons essentielles à cela :

1 - En premier lieu, les caractères à sélectionner sont multiples et beaucoup plus nombreux que pour les bovins laitiers (tabl. 1) et de ce fait les possibilités de sélection sur une

TABLEAU 1

Caractères et aptitudes déterminant la productivité numérique des bovins à viande et sa variabilité génétique



(*) Texte présenté à LUXEMBOURG (5 novembre 1981) lors de la conférence européenne sur la ''fertilité et l'augmentation de la fécondité des bovins'' organisée par la Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (République Fédérale d'Allemagne) en collaboration avec le Ministère Luxembourgeois de l'Agriculture (Luxembourg).

aptitude déterminée sont d'autant plus restreintes. D'ailleurs, pour une aptitude donnée, les caractères à considérer dépendent aussi bien de la mère que de son produit et de l'interaction entre ces caractères. (Par exemple : difficultés de naissance des veaux ou leur croissance avant sevrage).

De plus lors de la sélection sur des caractères de reproduction, nous sommes obligés de considérer séparément deux composantes génétiques distinctes (MENISSIER *et al.*, 1975 ; FOULLEY et LEFORT, 1979) :

- la composante paternelle ou **''effet du père''** sur les performances de ses veaux, dû à l'effet des gènes qu'il a transmis à ses produits (ou effets génétiques directs)

- et la composante maternelle ou **''l'effet de la mère''** sur les performances de ses veaux, dû à la fois à l'effet des gènes qu'elle a transmis à ses produits (ou effets génétiques directs) et à l'incidence de son propre génotype, au travers de caractères maternels sur l'expression des performances de ses veaux (ou effets génétiques maternels).

Un très bon exemple de cette décomposition a été fourni avec les difficultés de naissance des veaux (MENISSIER *et al.*, 1975) : l'effet père sur les difficultés de naissance représente l'incidence du père sur la taille des veaux qu'il engendre, résultant de l'effets des gènes qu'il leur a transmis (effets génétiques directes) ; l'effet mère sur les difficultés de naissance représente à la fois l'incidence qu'elle a sur la taille de ses veaux par l'intermédiaire des gènes qu'elle leur a transmis (effets génétiques directs) et à la fois l'effet de ses propres caractères maternels (ouverture pelvienne, préparation à la parturition) sur les conditions de naissance des veaux et dont une partie de la variabilité de ces caractères maternels est déterminée par le génotype de la mère (source des effets génétiques maternels).

2 - En second lieu, comme pour les paramètres de reproduction des bovins laitiers, la majeure partie des variations de ces paramètres est d'origine environnementale c'est à dire que ces caractères sont généralement peu héritables et donc répondent peu à la sélection.

Pour la fertilité des mères (effet mère) l'héritabilité chez les bovins à viande est assez mal connue mais est souvent inférieure à 5 p.100 mis à part peut-être pour la précocité sexuelle (tabl. 2). Toutefois dans les conditions optimales d'expression de cette variabilité génétique (génisses bien échantillonnées, dans un même troupeau), l'héritabilité des caractères correspondant à des phases précises du cycle de reproduction (taux de fécondation par exemple) peut atteindre 5 à 10 p.100 ; ce qui est loin d'être négligeable.

Quant à la viabilité des veaux, en race à viande elle dépend étroitement des facilités de naissance puisque près de la moitié des mortalités de veaux avant sevrage ont lieu autour de la naissance (avant l'âge de 2 jours) et ont pour causes principales les difficultés de vêlage (MENISSIER, 1975). Ces difficultés ont en outre des répercussions néfastes sur les qualités maternelles des mères (fertilité et allaitement). Dans les troupeaux à viande, notamment avec les races de grande taille ou à fort développement musculaire et pour les génisses, les possibilités de sélection des facilités de vêlage commencent à être bien connues (MENISSIER 1974 et 1976 ; FOULLEY et

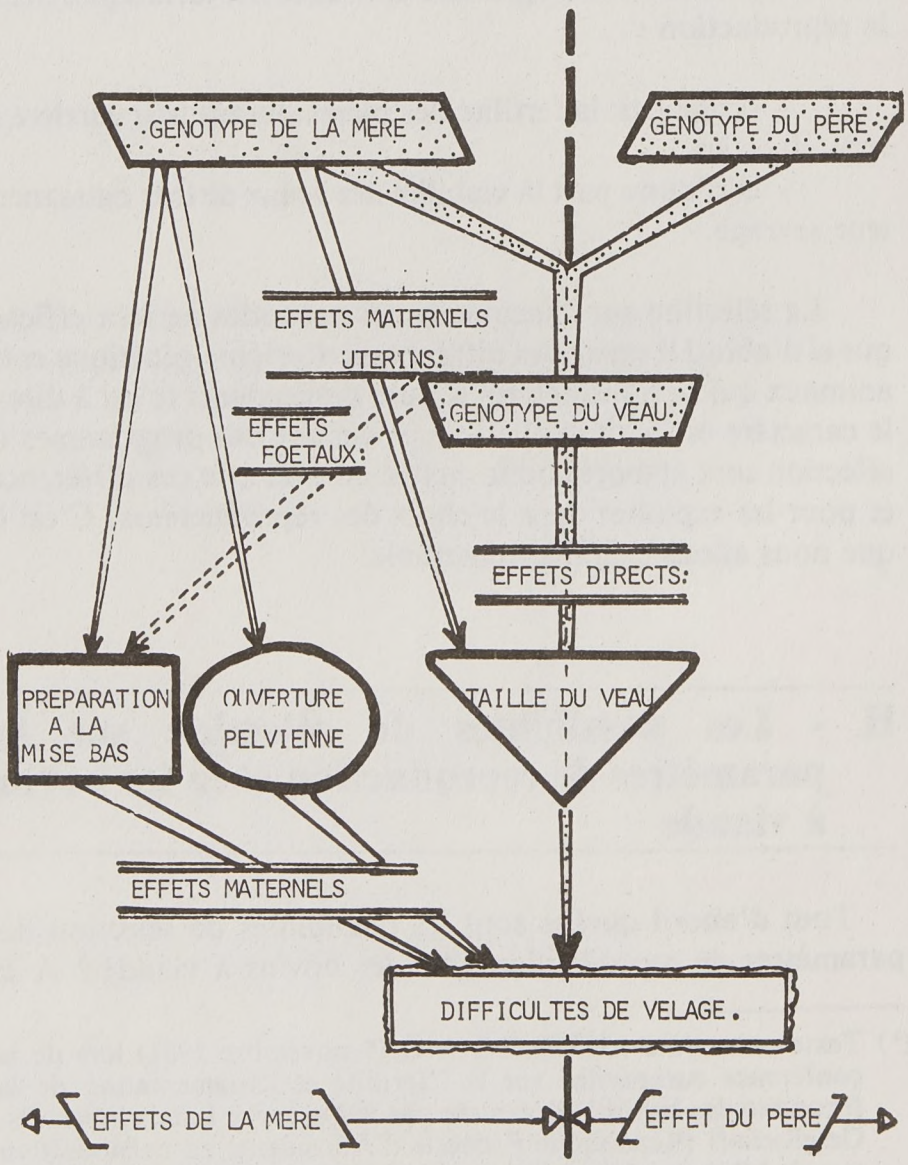
TABLEAU 2

Héritabilité de la fertilité des génisses charolaises en station
MENISSIER 1975

CRITERE :	MOYENNE :	HERITABILITE :
* PRECOCITE SEXUELLE :		
- AGE 1ER OESTRUS	414 JOURS	21,3 %
- POIDS 1ER OESTRUS	363 KG	16,3 %
- P.100 GENISSES INSEMINEES (16 MOIS).	93,1 %	5,1 %
* FERTILITE :		
- P.100 GENISSES FECONDEES/ INSEMINEES	79,9 %	13,5 %
- P.100 GENISSES VELEES/FECONDEES	96,4 %	9,0 %
- P.100 VEAUX SEVRES/NES	82,3 %	<0 %
* PRODUCTIVITE : (RAPPORTEES AUX GENISSES MISES EN REPRODUCTION)		
- P.100 DE GENISSES FECONDEES .	74,4 %	7,3 %
- P.100 DE GENISSES VELEES	71,7 %	9,3 %
- P.100 DE VEAUX SEVRES	58,0 %	4,3 %

MENISSIER, 1979 ; MENISSIER et FOULLEY, 1979 ; PHILIPSSON *et al.*, 1979 ; MENISSIER *et al.*, 1981) : Ces difficultés de vêlage en effet résultent essentiellement d'un déséquilibre morphologique entre la taille du foetus et l'ouverture pelvienne de la mère à la mise bas (fig. 1).

FIG. 1 : *Relations génétiques entre les difficultés de vêlage et leurs composantes*



L'héritabilité des difficultés de vêlage est plutôt faible chez les vaches alors qu'elle est plus élevée chez les génisses où la sélection sera plus efficace. **La composante paternelle** ou l'incidence du père sur les facilités de naissance est génétiquement très associée au poids de naissance du veau (rg = +0,9) comme on pouvait s'y attendre (tabl. 3). Etant souvent plus héritable, le poids de naissance des veaux sera généralement le critère de sélection de l'effet père sur les facilités de naissance le plus efficace (MENISSIER *et al.*, 1981). **La composante maternelle** ou l'incidence de la mère sur les facilités de naissance est plus complexe car elle met en jeu des effets génétiques directs et maternels plus ou moins liés entre eux. D'une part, elle n'est que faiblement lié génétiquement à la composante paternelle ce qui oblige à la sélectionner spécifiquement et, d'autre part, elle ne pourra être sélectionnée efficacement que sur le caractère lui-même (difficultés de vêlage) et chez les génisses puisque le poids de naissance des veaux n'est plus seul en cause (tabl. 3).

TABLEAU 3

Héritabilité des difficultés de vêlage en race charolaise
(MENISSIER 1975)

CARACTERES :	MOYENNE :	HERITABILITE :
* EFFET PERE : (EN CROISEMENT, EN FERME, SUR VACHES ADULTES).		
- P.100 DE NAISSANCES DIFFICILES	5,2 %	2,1 %
- POIDS DE NAISSANCE	42,2 KG	16,5 %
* EFFET MERE : (EN RACE PURE, EN STATION, SUR GENISSES VELANT A 2 ANS).		
- P.100 DE VELAGES DIFFICILES ...	48,1 %	14,9 %
- POIDS DE NAISSANCE (VEAU)	37,3 %	16,7 %
- POIDS DE LA MERE APRES VELAGE .	494 KG	47,0 %
- OUVERTURE PELVIENNE (MERE) APRES VELAGE	264 CM^2	36,1 %

3 - En dernier lieu, l'aspect le plus important est qu'il existe un antagonisme biologique et génétique entre les performances de reproduction et les aptitudes bouchères. En effet, toute sélection sur les aptitudes bouchères ou le potentiel de croissance musculaire engendre une dégradation des performances de reproduction des femelles, et inversement. Par exemple en race charolaise (tabl. 4), la fertilité des génisses est en corrélation génétique plutôt négative avec leur poids et leur développement musculaire à 18 mois ; ce qui n'est pas le cas phénotypiquement. Cette opposition génétique est encore plus marquée avec les conditions de vêlage. Avec une sélection sur le potentiel de croissance musculaire, le poids de naissance s'accroît sensiblement (croissance intra utérine) entraînant plus de difficultés de naissance pour l'effet père. Au niveau de l'effet mère, cette sélection accroît encore plus le poids de naissance (effet maternel positif) et tend aussi à réduire l'ouverture pelvienne par rapport à la taille des mères, induisant un déséquilibre important défavorable entre le poids du veau et l'ouverture pelvienne de sa mère. Dans ces conditions, la sélection sur les aptitudes bouchères sans dégrader les qualités maternelles ne reste possible qu'en imposant, par des méthodes particulières d'indexation

TABLEAU 4

Corrélations génétiques entre le potentiel de croissance et les performances de reproduction des génisses charolaises
(MENISSIER 1975)

CARACTERES :	P.100 DE GENISSES: INSEMINEES:	P.100 DE GENISSES: GESTANTES:	P.100 DE VELAGES DIFFICILES:	POIDS DE NAISSANCE DES VEAUX:	POIDS DES MERES APRES VELAGE:	OUVERTURE PELVIENNE APRES VELAGE:
* CROISSANCE :						(NON CALCULEES-CERTAINEMENT NEGATIVES)
- CROISSANCE DE 9 A 18 MOIS	- 0,53	- 0,18	+ 0,14	+ 0,61	+ 0,47	
- POIDS A 18 MOIS	- 0,07	- 0,25	+ 0,21	+ 0,47	+ 0,75	
- POIDS APRES VELAGE	-	-	+ 0,75	+ 0,33	+ 1	
* CONFORMATION :						
- DEVELOPPEMENT MUSCULAIRE	- 0,04	- 0,41	+ 0,51	+ 0,01	>+ 1	
- DEVELOPPEMENT SQUELETTIQUE	- 0,08	- 0,10	+ 0,30	+ 0,32	- 0,11	
- ENSEMBLE (TOTAL)	- 0,18	- 0,57	+ 0,64	+ 0,23	>+ 1	

(FOULLEY, 1975), des restrictions sur les réponses corrélées à cette sélection même si cela diminue le progrès génétique espéré sur le potentiel de croissance. Une telle sélection est pratiquée en France pour une lignée spécialisée (''ALPHA 16'') en race limousine, destinée aux troupeaux voulant réduire au maximum les difficultés de naissance (FOULLEY et MENISSIER, 1979 ; MENISSIER, 1979).

Ainsi, malgré toutes ces limitations, une sélection sur la productivité numérique des bovins à viande reste possible. Son efficacité dépendra de l'organisation rationnelle des programmes de sélection.

III - L'organisation de la sélection sur les performances de reproduction des vaches dans les races à viande en France

Bien que difficile à mettre en oeuvre, la sélection sur les performances de reproduction des bovins à viande est devenue d'autant plus nécessaire que la large diffusion des races à viande françaises à travers le monde au cours des 20 dernières années, a montré dans un premier temps les avantages de leurs aptitudes bouchères puis dans un deuxième temps les limites de leurs performances de reproduction en tant que races maternelles exploitées dans la plupart des systèmes de production (BOUGLER *et al.*, 1973 ; BLAJAN *et al.*, 1973 ; VISSAC, 1971 et 1975). Ces potentialités de nos races à viande résultent pour une bonne partie de l'orientation passée de leur sélection et des conditions dans lesquelles elle s'est réalisée : anciennement utilisées pour leur puissance musculaire, ces races ont été généralement sélectionnées dans des petites exploitations de type familial pour des productions d'animaux âgés très lourds (boeufs) ou d'animaux très jeunes à fort développement musculaire (veaux de boucherie), où la productivité numérique des mères n'était pas encore un facteur limitant et où le progrès des techniques d'élevage a rendu la sélection naturelle de moins en moins opérante. Dans ce type d'élevage, l'insémination artificielle s'est rapidement développée dès les années 1960 permettant ainsi la mise en oeuvre, pour les taureaux destinés à ce mode d'exploitation, de schémas de sélection très efficaces pour améliorer génétiquement les aptitudes bouchères des produits (veaux de boucherie croisés notamment) mais ne prenant pas en compte les qualités maternelles et les performances de reproduction.

Or depuis une dizaine d'années et plus particulièrement depuis la crise de 1974, nous assistons simultanément à une disparition des troupeaux de petite taille et à un accroissement important du nombre de vaches dans les troupeaux à viande (+ 20 p.100 de 1963 à 1976) accompagnés par une intensification croissante de leur système d'exploitation, nécessitant une amélioration de la productivité des mères associée à une réduction des coûts de production et des besoins en main d'oeuvre. Pour répondre à ces nouveaux objectifs d'amélioration génétique de nos races à viande, deux actions essentielles ont été entreprises pour y répondre et notamment pour prendre en compte les performances de reproduction et plus généralement les qualités maternelles des vaches :

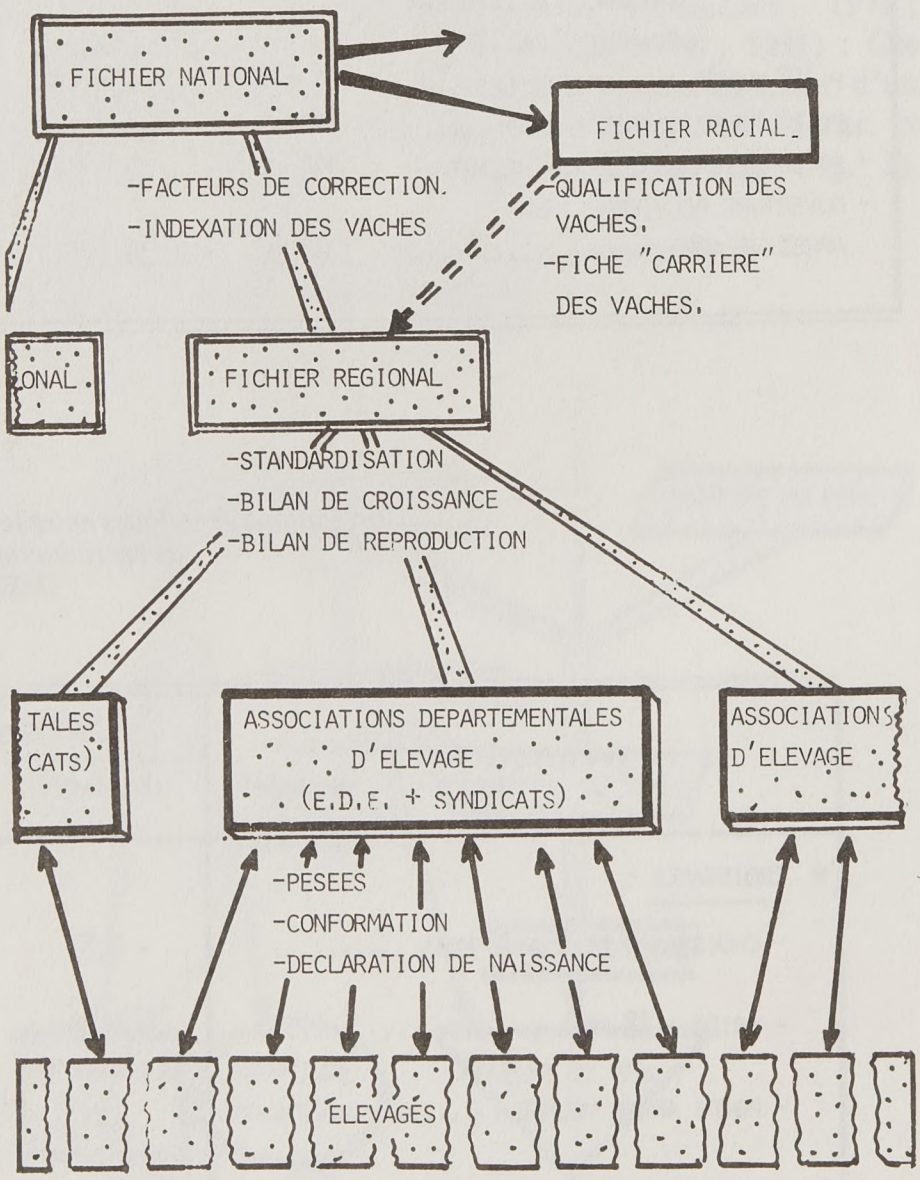
- la première action démarrée dès 1968-70, concerne la sélection des taureaux d'insémination artificielle destinés à être utilisés en race pure, étant donné que ce mode de reproduction était à cette époque suffisamment développé en France dans les troupeaux à viande pour bénéficier des potentialités de sélection liées à cette technique.

- la deuxième action porte sur le développement et la meilleure utilisation des contrôles de performances dans les troupeaux de vaches allaitantes à des fins de sélection des reproducteurs.

1 - Les contrôles de performances des vaches dans les élevages :

Le développement de ces contrôles pour un grand nombre de vaches allaitantes est fondamental pour la sélection tant à l'échelon du troupeau qu'à l'échelon de la race. C'est pourquoi ces contrôles et l'utilisation de ces informations ont été organisés à l'échelon régional (élevages, syndicats et centre régional), puis national (Centre de Traitement d'Information) et racial (un centre par race) avec des fichiers informatisés et des chaines de calculs correspondants (fig.2).

FIG. 2 : *Organisation du contrôle de performances dans les troupeaux de bovins à viande en France*



Les contrôles portent sur le potentiel de croissance des veaux et sur la productivité des mères (tabl. 5). Chaque veau est identifié à la naissance au moment où sont collectées les informations sur ses conditions de naissance (note de difficultés et poids) puis il est pesé à intervalles réguliers (chaque trimestre environ) durant sa première année de vie. Vers le sevrage, sa

TABLEAU 5

Performances contrôlées pour les vaches des troupeaux à viande

APTITUDES :	INFORMATIONS :	CRITERES D'EVALUATION DES VACHES :
FERTILITE :	+ INVENTAIRE DU TROUPEAU.	*AGE AU 1ER VELAGE. *INTERVALLES ENTRE VELAGES.
	+ DECLARATION DE NAISSANCE.	*TAUX DE GESTATION. *PRODUCTIVITE NUMERIQUE.
VELAGE :	+ DECLARATION DE NAISSANCE.	*FACILITE DE VELAGE. *INDICE "POIDS DE NAISSANCE".
ALLAITEMENT :	+ PESEES TRIMESTRIELLES.	*INDICE "POIDS DES VEAUX A 120 JOURS".
	+ POINTAGE AU SEVRAGE.	*INDICE "MUSCULATURE DES VEAUX". *INDICE "SQUELETTIQUE DES VEAUX".
TYPE :	+ POINTAGE ET MENSURATIONS.	*TYPE ET MORPHOLOGIE DE LA VACHE.

conformation est jugée pour apprécier son développement musculaire et son développement squelettique. Des informations complémentaires sont collectées sur les mères (réformes, pointages, poids etc...) ainsi que sur les veaux morts ou éliminés. Ces informations sont gérées et traitées aux divers niveaux : à l'échelon régional, sont élaborées les performances de croissance des veaux sous forme de poids à âge-type (à l'âge de 120 et de 180 jours) standardisés a priori pour divers facteurs de variations (sexe, âge des mères etc...), ainsi qu'un bilan de reproduction de chaque vache et du troupeau (âge au 1er vêlage, intervalles entre vêlages, taux de gestation, etc...) en vue de leur utilisation pour améliorer la conduite technico-économique de l'élevage. Regroupées à l'échelon national sur plusieurs années, ces informations servent à élaborer pour chaque vache, d'une part, la moyenne de ses performances de reproduction successives (fertilité ou taux de fécondation, productivité numérique ou taux de veaux sevrés, en particulier) et, d'autre part, un indice de valeur génétique sur ses aptitudes maternelles à l'allaitement (REGIS, 1974). Cet indice est établi sur les poids de naissance et à 120 jours des veaux et sur leur conformation au sevrage, après corrections des données pour divers facteurs de variation et par comparaison aux contemporains de l'élevage, pour toutes les vaches, ayant eu au moins 3 veaux contrôlés. Cumulées à l'échelon racial, ces informations servent à donner une ''qualification'' (vaches inscrites au Herd-Book seulement) (HOLLEVILLE, 1981) et à établir une fiche récapitulative de la carrière de reproduction de chaque vache où figurent l'ensemble de ses veaux produits ainsi que ses performances moyennes et ses indices de valeur génétique (fiche individuelle).

Ainsi pour chaque vache contrôlée, nous disposons de leur fertilité et de leurs qualités maternelles pour les conditions de naissance et le potentiel de croissance des veaux, permettant d'une part une sélection intra-élevage des mères devant assurer le renouvellement et d'autre part un choix au niveau de l'ensemble de la race des meilleures mères (vaches ayant eu un veau chaque année, sans difficulté de vêlage et avec des indices de sélection pour la croissance des veaux tous supérieurs à la moyenne). Plus de 100.000 vaches sont ainsi contrôlées chaque année pour les 3 principales races à viande dont près de la moitié sont indexées et parmi lesquelles 5 à 15 p.100 sont triées comme étant les vaches recommandées pour assurer préférentiellement la production des animaux de renouvellement et en particulier pour procréer les taureaux reproducteurs (monte naturelle et insémination) (tabl. 6).

Ce système, considéré pour une vache, peut paraître simpliste mais est un outil précieux pour la sélection s'il est appliqué à l'échelon de la population des vaches allaitantes.

TABLEAU 6

Importance du contrôle de performances des vaches dans les troupeaux à viande en France

RACE MATERNELLE :		NOMBRE DE VACHES: (1)	VACHES VELEES ET CONTROLEES: N : (2)	VACHES VELEES ET CONTROLEES: P.100 : (2) / (1)	VACHES INDEXEES: N : (3)	VACHES INDEXEES: P.100 : (3) / (2)	VACHES SELECTIONNEES: N : (4)	VACHES SELECTIONNEES: P.100: (4) / (3)	VACHES SELECTIONNEES: P.100: (4) / (2)	VACHES SELECTIONNEES: P.100: (4) / (1)
CHAROLAISE.....	1980	1.080.000	66.140	6,1 %	29.087	44 %	2.038	7,0 %	3,1 %	0,2 %
	1975	950.000	58.504	6,2	22.781	39	2.030	8,9	3,5	0,2
LIMOUSINE.....	1980	410.000	32.314	7,9 %	18.129	56 %	2.886	15,9 %	8,9 %	0,7 %
	1975	370.000	29.934	8,1	11.795	39	1.086	9,2	3,6	0,3
BLONDE D'AQUITAINE	1980	185.000	14.244	7,7 %	6.195	43 %	263	4,2 %	1,8 %	0,1 %
	1975	165.000	10.054	6,1	2.704	27	159	5,9	1,6	0,1
GASCONNE	1980	25.000	592	2,4 %	264	45 %	6	2,3 %	1,0 %	0,0 %
	1975	34.000	1.354	4,0	481	36	39	8,1	2,9	0,1
AUBRAC.....	1980	63.000	1.787	2,8 %	936	52 %	20	2,1 %	1,1 %	0,0 %
	1975	72.000	2.095	2,9	554	26	22	4,0	1,1	0,0
SALERS.....	1980	175.000	12.609	7,2 %	5.370	47 %	404	6,9 %	3,2 %	0,2 %
	1975	178.000	6.271	3,5	1.249	20	93	7,4	1,5	0,1

(a) = Vaches ayant eu au moins 3 vêlages.

(b) = Vaches ayant vêlé chaque année, sans difficultés, et ayant tous les indices de sélection supérieurs à la moyenne.

(N) = Nombre.

ÉLEVEUR DÉTENTEUR
GASPARIN PAUL
LA CAMBUSE
87 TAIXE-SUR-VIENNE.

☐ HERD-BOOK E. D. E. CONTRÔLE DE CROISSANCE ☐

FICHE INDIVIDUELLE

DATE D'ÉDITION	SYNDICAT	SECTEUR	N° CHEPTEL
18.06.81	87		8701CCC8

ÉLEVEUR NAISSEUR
= =
—

VACHE

NUMÉRO DE TRAVAIL	NOM	NUMÉRO	RACE	DATE DE NAISSANCE
	HERMINE	8772000423	LM	16.01.72

GROUPE SANGUIN

POIDS NAISSANCE	120 J	180 J	1 AN	18 MOIS	DERNIÈRE PESÉE
34 KG % ÉLEV.	159 KG % ÉLEV.	218 KG	367 KG	KG	ÂGE MOIS / POIDS KG

QUALIFICATION

LIVRE INSCRIPTION

POINTAGES

ÂGE	DVLP. MUSC.	DVLP. SQUE.	APTI. FONC.	ÉTAT	HAUTEUR GARROT
MOIS	63	62	65		
MOIS					

PÈRE ESPION | 8769006303 | LM
QUALIFICATION

MÈRE EGLANTINE | 876900 1041 | LM
QUALIFICATION

DESCENDANCE

NUMÉRO DE TRAVAIL / ÉLEVEUR NAISSEUR	LES VELAGES DATE	RANG	INTERVAL. VELAGE	CONDITION	LE PÈRE NOM / NUMÉRO	LE VEAU RACE	NOM / NUMÉRO	SEXE	LES POIDS POIDS NAIS. % ÉLEV.	POIDS 120 J % ÉLEV.	POIDS 180 J % ÉLEV.	LES POINTAGES ÂGE	DVLP. MUSC.	DVLP. SQUE.	APTI. FONC.	ÉTAT	LIVRE CONCOURS	OBSERVATIONS
	10.01.75	1ème	J		8773CC31C7	LM	8775CC16C5		34 KG	177 KG	240 KG	MOIS						
		1					LIBERTE	F		120	116		80	72	65	8		
	18.03.76	1ème	J		8773C03107	LM	8776CC721C		39 KG	201 KG	282 KG	MOIS						
		2	432				MONSEIGNEUR	M		107	112		63	68	73	5		
	15.02.77	1ème	J		8773CC31C7	LM	8777CC3212		35 KG	157 KG	212 KG	MOIS						
		3	334				NYMPHE	F		96	97		68	65	68	6		
	18.02.78	1ème	J		8773C03107	LM	8778CC4136		40 KG	207 KG	278 KG	MOIS						
		4	368				ORIENT	M		105	106							
	20.02.79	1ème	J		8773C03107	LM	8779CC3585		37 KG	189 KG	239 KG	MOIS						
		5	367				POLKA	F		108	104		68	67	73	7		
	7.02.80	1ème	J		8773C03107	LM	8780CC2313		36 KG	160 KG	213 KG	MOIS						
		6	352				ROSERAIE	F		97	93		65	68	70	7		
		1ème	J						KG	KG	KG	MOIS						
		1ème	J						KG	KG	KG	MOIS						
		1ème	J						KG	KG	KG	MOIS						
		1ème	J						KG	KG	KG	MOIS						
		1ème	J						KG	KG	KG	MOIS						
		1ème	J						KG	KG	KG	MOIS						

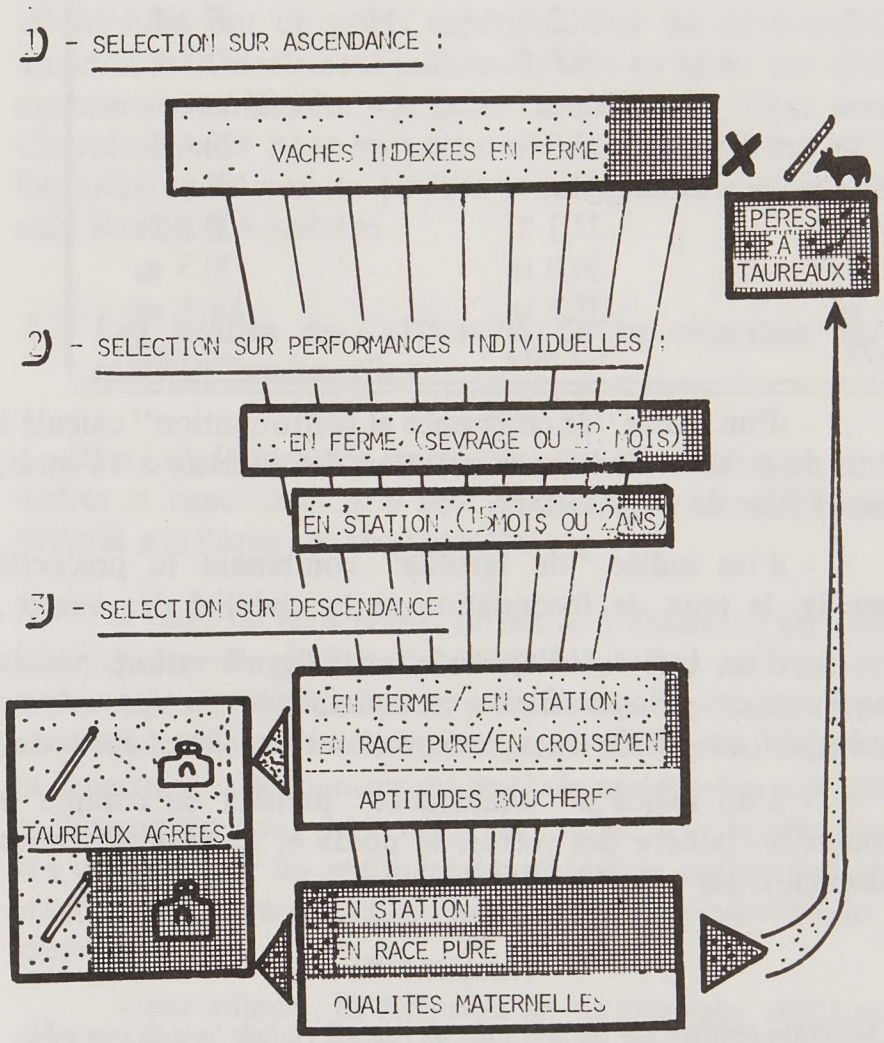
SYNTHÈSE

P. NAISS.	120 J	180 J	MOYENNE PERFO CORRIGÉES	DVLP. MUSC.	DVLP. SQUE.	APTI. FONC.	ÉTAT	ÂGE OU PREMIER VELAGE
36,8 KG	199,1 KG	271,3 KG		68,8	68,0	69,8	6,6	36 MOIS
-2,4	+6,1		MOYENNE EN % ÉLEV. INDEX	+1,7	-0,4			INTERVALE MOYEN ENTRE VELAGES 371 JOURS

2 - La sélection des taureaux d'insémination artificielle :

Les schémas de sélection sur les aptitudes bouchères pour les taureaux d'insémination artificielle, destinés principalement au croisement industriel, sont basés sur 3 étapes de choix des taureaux aujourd'hui bien connues (FOULLEY, 1975 ; MENISSIER, 1979) (fig. 3) :

FIG. 3 : *Organisation des programmes de sélection des taureaux de races à viande destinés à l'insémination artificielle*



- un choix des jeunes mâles sur ascendance paternelle et maternelle à partir des informations objectives disponibles sur leurs aptitudes bouchères (contrôles de performances et indices de sélection) ; une partie de ces veaux est d'ailleurs procréée par accouplements planifiés.

- un choix des jeunes taureaux sur performances individuelles d'abord au sevrage en élevage sur leurs résultats de contrôles de croissance, puis à la sortie de stations de contrôle individuel spécialement conçues pour les comparer entre eux dans des conditions optimales, où ils sont rassemblés après le sevrage.

- un choix sur descendance réalisé en race pure ou en croisement, en ferme ou en station, dans des systèmes de production variés (veaux de boucherie ou jeunes bovins intensifs) où la sélection porte également sur les facilités de naissance.

Ces diverses étapes de sélection ont été aménagées (ou le seront) pour prendre en considération les qualités maternelles et performances de reproduction dans la sélection des taureaux destinés à être utilisés en race pure :

- en premier lieu, le choix des taureaux sur ascendance tient compte des qualités maternelles des mères de façon impérative. Ceci est rendu possible et efficace grâce au développement des contrôles de performances en élevages des vaches allaitantes.

- en second lieu, les taureaux subissent une sélection sur leurs aptitudes bouchères. Cette sélection, basée comme précédemment sur un choix sur performances individuelles puis sur descendance, se réalise soit en commun avec les taureaux destinés au croisement industriel et selon le précédent schéma de sélection (cas des taureaux Limousins et Blonds d'Aquitaine) soit séparément avec quelques modifications dans les conditions de contrôle individuel et sur descendance afin de sélectionner davantage la vitesse de croissance et le développement squelettique que le développement musculaire (cas des taureaux Charolais).

- en dernier lieu après la sélection sur les aptitudes bouchères, les taureaux destinés à procréer des femelles de renouvellement sont alors sélectionnés spécifiquement sur les performances de reproduction de leurs filles puisque la faible héritabilité de ces performances et leur expression limitée aux femelles ne permettent qu'une sélection sur descendance.

Malgré son coût, ce contrôle sur descendance est réalisé en station, d'une part, pour éviter tous les biais introduits par les éleveurs dans les descendances par le choix des génisses mises à la reproduction et, d'autre part, pour mieux maitriser les conditions d'élevage de ces génisses afin de les rendre plus homogènes et d'obtenir l'expression maximale des différences d'aptitudes entre ces femelles en reproduction. De 1968 à 1972, une station a été construite pour chacune des 3 races à viande afin de contrôler environ 200 génisses soit de 6 à 12 taureaux selon les races et les années (tabl. 7). Ces génisses sont procréées en élevages par des inséminations artificielles planifiées au hasard sur une courte période dans toutes les zones d'utilisation de la race. Un échantillon de 20 filles par taureau est ainsi constitué au moment de leur sevrage pour être contrôlé durant 2 années en station. Ces génisses sont élevées et conduites traditionnellement (pâturage l'été, stabulation libre l'hiver) mais de façon plus intensive que chez les éleveurs. En particulier, leur vitesse de croissance est plus élevée pour réaliser une mise à la reproduction à l'âge de 15 - 16 mois durant une période 2 à 3 mois et pour obtenir un premier vêlage à environ 2 ans afin de mieux apprécier les différences d'aptitude au vêlage entre descendances paternelles. Toutes les inséminations sont réalisées systématiquement avec le (ou les deux) même (s) taureau (x) ''testeur(s)'' pour éliminer les variations d'effet ''père'' sur les performances des veaux. Durant ces deux années, les contrôles sont nombreux pour analyser les aptitudes maternelles de ces femelles (tabl. 8) : pesées, pointages et mensurations régulières des mères et des veaux, détection des oetrus et diagnostic de gestation, observation du déroulement des vêlages et de la morphologie des veaux et des mères, contrôles de production laitière des mères par pesées des veaux avant et après têtées. A partir des moyennes ajustées des descendances paternelles et des paramètres génétiques de ces critères, une estimation de la valeur génétique des taureaux exprimée par rapport à la moyenne de leur série (valeur = 100) et en valeur relative (1 écart-type génétique = 20) est réalisée. En plus de ces

TABLEAU 7

Contrôles en station des qualités maternelles des filles des taureaux de races à viande destinés à l'insémination artificielle pour une utilisation en race pure

RACE :		CHAROLAISE :	LIMOUSINE :	BLONDE D'AQUITAINE :
UNITES DE SELECTION :		UCATRC + UCEF	UALC	MIDATEST
CAPACITE :	PERES	10-12 / AN	10 / 2 ANS	6 / AN
	FILLES ...	200-250	200-250	150-200
DEBUT EN :		1968-1970	1972-1974	1972-1974
RESULTATS MOYENS (1972-1980) :				
- NOMBRE DE GENISSES		1.359	796	759
- POIDS A 18 MOIS		420 KG	378 KG	388 KG
- P.100 DE GENISSES INSEMINEES		88,8 %	84,2 %	65,8 %
- P.100 DE GESTANTES/INSEMINEES		79,8 %	80,0 %	72,6 %
- AGE AU VELAGE		24,5 MOIS	26 MOIS	25,5 MOIS
- P.100 DE VELAGES DIFFICILES		40,3 %	18,6 %	19,4 %
- POIDS DES MERES APRES VELAGE		491 KG	465 KG	479 KG
- P.100 DE MORTALITE DES VEAUX (NAISSANCE-SEVRAGE) ..		18,3 %	17,1 %	13,8 %
- POIDS DE NAISSANCE DES VEAUX		38,0 KG	34,9 KG	39,3 KG
- POIDS DES VEAUX A 4 MOIS		130,5 KG	113,6 KG	116,6 KG
- PRODUCTION LAITIERE		5,2 KG/J	4,9 KG/J	3,0 KG/J

valeurs par caractère, un indice de sélection est calculé pour chaque taureau et pour chacune des 4 principales aptitudes (tabl. 8). Il s'agit :

TABLEAU 8

Critères de sélection des taureaux de races à viande lors du contrôle des qualités maternelles de leurs filles en station

APTITUDES A SELECTIONNER :	CRITERES DE SELECTION :		HERITABILITE :
CROISSANCE :			
- POIDS :	- POIDS A 18 MOIS.....	(PO)	35 %
- CONFORMATION : .	- CONFORMATION A 18 MOIS:		
	MUSCULATURE	(MU)	50 %
	SQUELETTE	(SQ)	30 %
	RACE	(RA)	15 %
INDICE DE SELECTION = μ + 4,3.PO + 11,6.MU + 8,5.SQ			
FERTILITE :			
- PRECOCITE SEXUELLE :	- P.100 DE GENISSES EN OESTRUS A 15-16 MOIS .	(PS)	5 %
- FECONDITE :	- P.100 DE GENISSES FECONDEES/NES	(FE)	15 %
- VIABILITE DES VEAUX	- P.100 DES VEAUX VIVANTS A 4 MOIS/NES	(VI)	1 %
INDICE DE SELECTION = μ + 0,15.PS + 0,80.FE + 0,05.VI			
VELAGE :			
- FACILITE DE VELAGE	- P.100 DE VELAGES FACILES	(FA)	15 %
- POIDS DE NAISSANCE	- POIDS DES VEAUX A LA NAISSANCE	(PN)	15 %
- OUVERTURE PELVIENNE	- OUVERTURE PELVIENNE DE LA MERE APRES VELAGE ...	(OP)	40 %
INDICE DE SELECTION = μ + FA.			
ALLAITEMENT :			
- LAIT :	- PRODUCTION LAITIERE DE LA MERE	(LA)	40 %
- CROISSANCE :	- POIDS DES VEAUX A 120 JRS	(PV)	15 %
- CONFORMATION :	- MUSCULATURE DES VEAUX A 120 JOURS	(MV)	5 %
INDICE DE SELECTION = μ + 0,15.LA + 0,80.PV + 0,05.MV			

- d'un indice ''de croissance et conformation'' calculé à partir du poids et de la conformation des génisses à 18 mois, avant l'effet de la gestation ;

- d'un indice ''de fertilité'' combinant la précocité sexuelle, le taux de fécondation et la viabilité des veaux ;

- d'un indice ''d'aptitude au vêlage'' estimé par la fréquence de vêlages faciles et complété par les valeurs génétiques des différentes composantes de cette aptitude ;

- d'un indice d''''allaitement'' prenant en compte la production laitière des mères, le poids et le développement musculaire des veaux à l'âge de 4 mois.

TABLEAU 9

Sélection réalisée sur les taureaux de races à viande lors du contrôle en station des qualités maternelles de leurs filles (1972-1980)

RACE :	CHAROLAISE:		LIMOUSINE :		BLONDE D'AQUITAINE:	
NOMBRE DE TAUREAUX CONTROLES:	58		38		28	
P.100 DE SELECTIONNES : ..	33 %		37 %		36 %	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
POIDS A 18 MOIS : .....(KG)	+8,3	104	+8,7	106	+7,4	104
DEVELOPPEMENT MUSCULAIRE : .....(PTS)	-0,0	100	+1,6	103	+0,9	101
P.100 DE GENISSES EN OESTRUS : .....(%)	-	-	+2,7	101	+5,6	102
P.100 DE GESTANTES/ INSEMINEES : .....(%)	+2,7	101	+4,4	102	+5,1	102
P.100 DE VELAGES FACILES (%)	+9,5	104	-1,1	101	+3,2	102
POIDS DES MERES : .....(KG)	+13,9	106	-	-	+5,7	103
OUVERTURE PELVIENNE :..(CM^2)	+7,3	107	-	-	+3,5	103
POIDS DE NAISSANCE :....(KG)	+0,2	101	+0,2	101	-0,0	100
POIDS DES VEAUX A 4 MOIS : .....(KG)	+1,9	103	+3,6	105	+2,5	103
PRODUCTION LAITIERE :(KG/J)	-	-	+0,4	105	-	-

(a) : Supériorité des filles des taureaux sélectionnés.

(b) : Valeur relative (1 écart-type phénotypique = 20; 100 = moyenne ou pas de sélection).

A l'aide de ces valeurs génétiques et indices de sélection, le choix des taureaux à conserver se pratique généralement en deux étapes. Il y a d'abord élimination des taureaux ayant une des aptitudes inférieure à la moyenne de la série contrôlée, en tenant compte du niveau génétique moyen de la série grâce à une descendance de référence systématiquement contrôlée dans chaque série. Ensuite parmi les autres, les 2 à 4 taureaux retenus sont ceux combinant à la fois de bonnes aptitudes bouchères et des performances de reproduction acceptables et correspondant à l'orientation de la sélection dans la race, comme le montre le choix effectivement réalisé au cours de ces dernières années dans les 3 races (tabl. 9) : les filles des taureaux sélectionnés ont un poids supérieur avec un développement musculaire généralement maintenu, tout en ayant des qualités maternelles améliorées soit pour l'aptitude au vêlage en race Charolaise, soit pour les performances d'allaitement en race limousine, soit pour la fertilité et les qualités maternelles en race Blonde d'Aquitaine.

3 - Les limites de l'efficacité de la sélection sur les qualités maternelles :

Bien qu'efficace, les limites de cette sélection sont de deux ordres et concernent à la fois la création et la diffusion du progrès génétique sur ces aptitudes :

- dans un tel schéma, la limite d'obtention du progrès génétique sur les qualités maternelles réside dans le nombre de taureaux contrôlés annuellement pour ces aptitudes dans les stations de sélection. C'est pourquoi il est impératif que toute la capacité de sélection sur ces qualités maternelles soit utilisée exclusivement pour cela et, en particulier, que la sélection de ces taureaux sur les aptitudes bouchères se réalise à d'autres stades de sélection (sélection sur performances individuelles par exemple).

- par ailleurs, la diffusion de ces taureaux sélectionnés sur les qualité maternelles sera toujours dépendante de la part limitée de l'insémination artificielle dans les troupeaux à viande spécialisés (autour de 15 p.100 en race Charolaise en France actuellement) même en ayant recours à la synchronisation des oestrus. Il convient donc d'orienter ces inséminations artificielles vers des accouplements avec les vaches d'élites des troupeaux et de la race, sélectionnées sur leurs performances de reproduction (voir précédemment), afin de procréer avec ces géniteurs respectivement les génisses de renouvellement du troupeau et les taureaux de monte naturelle de la race qui assureront alors la diffusion du progrès génétique.

C'est dans cette direction de la complémentarité entre ces deux modes de reproduction et les deux voies de sélection correspondantes, que se sont engagées récemment les races à viande françaises (MENISSIER, 1975 ; FOULLEY et MENISSIER, 1979a). Ainsi pour améliorer la sélection sur les aptitudes bouchères de ces jeunes taureaux de monte naturelle, avec les organisations d'élevage, nous développons actuellement un système de comparaisons de ces taureaux sur performances individuelles en station d'une part, et sur descendances dans leurs élevages par l'intermédiaire d'insémination artificielle de taureaux de références ou de connexion d'autre part (BONNET 1980 ; FOULLEY et MENISSIER 1979a). Ces différentes voies complémentaires sont en cours d'expérimentation actuellement en races Charolaises et Limousines.

IV - Conclusion

Ainsi, avec ces programmes de sélection, nous avons voulu vous montrer que la sélection sur les performances de reproduction des bovins à viande est possible à condition qu'elle utilise tous les moyens techniques à notre disposition et qu'elle s'applique collectivement sur une large base de sélection. Une telle sélection est une oeuvre ambitieuse et de longue haleine mais qui, tout en étant complémentaire aux autres voies d'amélioration de la productivité, devient de plus en plus indispensable.

Références bibliographiques

BLAJAN L., BOYAZOGLU J.G., CHARLET P., SANTA COLOMA L., VISSAC B., 1973. *La race charolaise,* T. I : *Résultats étrangers.* I.N.R.A., Département de Génétique animale, Jouy-en-Josas, 233 p.

BONNET J.N., 1980. Programme technique ''Limousin Avenir''. Evaluation des taureaux de monte naturelle sur leur descendance jusqu'au sevrage. *Bovins Limousins,* **n° 65,** 13-16.

BOUGLER J., COUDURIER B., DUPLAN J.M., HOCDE H., LE LIBOUX H., TONDU R., VISSAC B., 1973. *La race charolaise,* T. II : *Résultats français.* I.N.R.A., Département de Génétique animale, Jouy-en-Josas, 339 p.

FOULLEY J.L., 1976. Some considerations on selection criteria and optimization for terminal sire breeds. Seminar on : ''Optimization of cattle breeding schemes'', Commission des Communautés Européennes, DUBLIN (IR), novembre 1975. Eur. 5490e, 85-106. *Ann. Génét. Sél. anim.,* **8,** 89-101.

FOULLEY J.L., LEFORT G., 1979. Méthodes d'estimation des effets directs et maternels en sélection animale. In ''Action conjointe des effets directs et maternels des gènes sur les caractères de production''. *Bull. Dép. Génét. anim.* (I.N.R.A.), **n° 29-30,** 82-108.

FOULLEY J.L., MENISSIER F., 1979a. Intérêt d'un système d'évaluation des taureaux de races à viande utilisées en monte naturelle, intégrant la diffusion des meilleurs mâles d'insémination artificielle. Journées Internationales Charolaises, Harrogate (GB), 1978. *''Charolais'',* **n° 52,** 53-57.

FOULLEY J.L., MENISSIER F., 1979 b. Selection for calving ability in French beef breeds. Seminar on : *''Calving problems and early viability of the calf'',* Commission des Communautés Européennes, Freising (RFA), mai 1977. Martinus Nijhoff, the Hague, 159-176.

FOULLEY J.L., MENISSIER F., GAILLARD J., 1978. Paramètres génétiques des races Blonde d'Aquitaine, Charolaise et Limousine utilisées en croisement pour la production de veaux de boucherie. *Ann. Génét. Sél. anim.,* **10,** 377-390.

HOLLEVILLE P., 1981. La qualification des reproducteurs Charolais en France. *''Charolais'',* (sous presse).

LIENARD G., LEGENDRE J., 1974. Productivité en veaux des troupeaux de vaches allaitantes : méthode d'analyse et résultats. In : l'*Exploitation des troupeaux de vaches allaitantes,* C.R.Z.V. de THEIX, nov. 1973. Suppl. au Bull. Techn. du C.R.Z.V. - THEIX, (n° spécial), oct. 1974, 47-67.

MENISSIER F., 1975a. Genetic aspects related to use of beef breeds. Seminar on : *''The Early calving of heifers and its impact on beef production'',* Commission des Communautés Européennes, Copenhagen (DK), 4-6 juin 1975 Eur. 5545e, 81-122.

MENISSIER F., 1975b. L'amélioration génétique de la mortalité périnatale chez les bovins : recherches et perspectives. Commission des Recherches bovines INRA, réunion sur *''la physiologie et la pathologie périnatale''*, CRZV THEIX, octobre 1975, 15 p.

MENISSIER F., 1976. Comments on optimization of cattle breeding schemes : beef breeds for suckling herds. A review. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **8**, 71-87.

MENISSIER F., 1979. Potentialités et orientations de la sélection de la race limousine en France : La sélection de lignées spécialisées pour la production de viande et de femmes d'élevage. Conseil International Limousin, IVe Journées techniques, novembre 1979, MAR DEL PLATA, (Argentine). *Elev. Insemi.*, **n° 174**, 3-31.

MENISSIER F., 1979. Un exemple d'action conjointe des effets directs et maternels : les difficultés de mise bas chez les bovins. *Bull. tech. Dept. Génét. anim.*, (I.N.R.A.), **n° 29-30**, 132-190.

MENISSIER F., FOULLEY J.L., 1979. Present situation of calving difficulties and early calf mortality in beef herds. Seminar on : *''Calving problems and early viability of the calf''*, Commission des Communautés Européennes, Freising (RFA), mai 1977. Martinus Nijhoff, the Hague, 30-85.

MENISSIER F., FOULLEY J.L., PATTIE W.A., 1981. The calving ability of the charolais breed in France, and its possibilities for genetic improvment. 1. The importance and causes of calving difficulties. *Irish vet. J.*, **35**, 73-81.

MENISSIER F., VISSAC B., FREBLING J., 1975. Optimum breeding plans for milk and meat : specialized beef herds and beef crossing in dairy herds. In ''Optimum breeding plans for beef cattle''. *Bull. tech. Dép. Génét. anim.*, (I.N.R.A.), **n° 21**, 2-56. (en anglais).

PHILIPSSON J., FOULLEY J.L., LEDERER J., LIBORIUSSEN T., OSINGA A., 1979. Sire evaluation standards and breeding strategis for limiting distocia and stillbirth. Report of an E.E.C./E.A.A.P. working group. *Livest. Prod. Sci.*, **6**, 111-127.

REGIS R., 1974. L'indexation des vaches allaitantes sur leur aptitude à la production de veaux sevrés. *Elev. Insém.*, **n° 141**, 1-19.

VISSAC B., 1971. L'utilisation optimale du matériel génétique. Les apports de techniques de croisement par rapport aux autres méthodes d'amélioration génétique : bovins à viande (troupeaux spécialisés). 10ème Congrès International de Zootechnie, Versailles (FR), juillet 1971, 69-81.

VISSAC B., 1976. Les races à fort potentiel de croissance musculaire dans la production de viande bovine. *Rev. Mond. Zootech.*, **19**, 1-7.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (47) 15-18

Utilisation du blé dur pour l'engraissement des agneaux*
- Résultats préliminaires -

X. GARAMBOIS
avec la collaboration technique de J.L. GAUBERT et E. MORENO

I.N.R.A., Station de Physiologie animale
E.N.S.A., Place Viala, 34060 Montpellier Cedex

Le blé dur (*Triticum durum* Desf.) dont la quasi totalité de la production est destinée à la semoulerie, est une céréale particulièrement bien adaptée au climat du Sud-Est de la France où sa surface cultivée a tendance à augmenter : 60 000 ha en 1979 (contre 80 000 ha pour l'orge et 130 000 pour le blé tendre).

Sa culture est encore l'objet de primes d'encouragement qui tiennent compte d'un rendement jusqu'ici peu attractif. Les variétés les plus appréciées pour la fabrication des pâtes alimentaires n'ont produit que 24,3 quintaux par hectare en moyenne de 1970 à 1980 (GRIGNAC, 1981).

La sélection du blé dur a cependant conduit à l'obtention de variétés à hauts rendements dont certaines sont momentanément écartées de la culture en raison de qualités technologiques non conformes aux exigences de la semoulerie.

Cette situation du marché du blé dur pourrait évoluer vers une disponibilité plus grande de cette céréale, à un prix concurrentiel, si l'utilisation de ces variétés en alimentation animale était envisagée.

Au domaine expérimental de l'INRA à Montpellier-Fréjorgues, où les essais ci-après ont été conduits, les rendements obtenus depuis 1976 oscillent entre 45 et 55 quintaux par hectare (blé dur variété Tomclair), ils sont régulièrement supérieurs à ceux de l'orge qui sont compris entre 40 et 50 quintaux par hectare (variété Alpha) et cela sans irrigation.

Il faut noter, en outre, que la teneur en protéines du blé dur est supérieure à celle du blé tendre, en particulier à celles des variétés panifiables (à l'exception des blés de force), des variétés fourragères et même du Triticale (tabl. 1), ainsi qu'à celle des autres céréales cultivées en France (tabl. 2).

TABLEAU 1

Composition moyenne de 80 échantillons de provenances diverses
(Station d'Amélioration des Plantes de Montpellier, INRA, 1979)

En % de la matière sèche	Blé tendre de force	Blé tendre panifiable	Blé tendre fourrager	Blé dur	Triticale (9 échant.)*
Protéines (N × 6,25)	15,8	12,6	12	16,2	15
Cendres	2	1,6	1,8	1,8	1,9
Lipides	2,3	2	2	2,1	-
Amidon	58	60	62	60	-
Cellulose	1,6	2,8	2,6	1,6	-

* Analyses du Laboratoire Municipal de la ville de Bordeaux

TABLEAU 2

Valeur comparée des teneurs en matières azotées totales des céréales

Blé dur	Blé tendre	Orge	Escourgeon	Avoine	Seigle	Riz Paddy	Maïs	Sorgho	Millet
16,1	13,1	11,7	10,6	12,1	10,4	9,1	10,6	11,5	13,5

d'après les tableaux de la valeur nutritive des Aliments, Alimentation des ruminants, INRA, 1978.

* Article également diffusé dans la revue ''Pâtre''

TABLEAU 3

Composition et valeur azotée des aliments concentrés

Aliment concentré	en % de l'aliment concentré				en g/kg de MS		
	Orge	Tourteau de soja	Pois protéagineux	Blé dur	MAT	Valeur azotée	
						PDIN	PDIE
1	83	17	-	-	150	115	123
2	58	-	42	-	152	114	110
3	37	-	33	30	150	109	109
4	15,5	-	24,5	60	149	105	109
5	-	-	-	100	140	92*	103*

* Calcul effectué en prenant : S = 55 p.100, d = 90 p.100
S ou solubilité corrigée des matières azotées totales
d ou digestibilité vraie des matières azotées insolubles

Toutefois certains facteurs culturaux (fumure azotée en particulier) influencent le rendement en protéines des céréales (DECAU, 1978). Ceci explique la variabilité des teneurs en matières azotées totales observées dans différents lots d'une même variété.

Si l'on se réfère à la littérature existante, le blé ne peut pas être emploé comme seul aliment complémentaire en quantité importante par les ovins sans risques d'accidents digestifs (THIVEND, 1969) ; cependant, des essais plus récents (ITCF, 1979) font état de pourcentages élevés de blé accompagné de tourteau de soja. Dans l'un et l'autre cas, il s'agissait de blé tendre.

Aussi avons-nous cherché à voir dans quelle mesure le blé dur pouvait constituer tout ou partie de l'aliment d'engraissement pour les agneaux sevrés.

Modalités expérimentales

Les animaux reçoivent à volonté un des aliments concentrés du tableau 3 réalisés avec des céréales et du tourteau de soja, accompagné d'un foin de bonne qualité.

Deux essais sont réalisés successivement :

- Essais A : il comporte 4 lots recevant du foin de Crau (MAT = 11,4, produit sec à l'air), la fraction concentré est composée des aliments 1 - 2 - 3 et 4.

- Essai B : il comporte 3 lots recevant du foin de luzerne deuxième coupe (MAT = 14,0 produit sec à l'air), la fraction concentré est composée des aliments 1 - 4 et 5.

Les aliments sont présentés sous forme d'un mélange de grains entiers additionné de 20 g de carbonate de calcium par kg et de 0,5 p.100 de mélasse dissoute dans 0,5 p.100 d'eau afin de réduire la poussière.

Des pierres à lécher, sel + oligoéléments, sont mises à la disposition des agneaux.

Les agneaux utilisés sont de race Mérinos d'Arles, Romanov et croisés Mérinos × Romanov. Leurs performances normales de croissance se situent aux environs de 250 g/jour (BRUNEL *et al,* 1975., PERRET, 1975., Grenier de Theix, 1979).

Les lots de 16 agneaux chacun, aussi homogènes que possible, sont constitués (après sevrage à 45 jours) en tenant compte de la race, du sexe, du mode et du jour de naissance.

En fin d'essai, les animaux sont remis en lot d'élevage ou commercialisés avec les ''agneaux de Nimes'' au poids de 25-30 kg.

Résultats

. Essai A (tabl. 4)

Au cours de ce premier essai qui a duré 43 jours, nous avons pu observer qu'un choix était opéré par les agneaux dans le mélange de grains entiers. Les animaux consomment en général d'abord le blé dur (ou le tourteau de soja) puis le pois et enfin l'orge.

Dans aucun des lots nous n'avons eu d'accident digestif et les croissances sont voisines de la normale pour ces races.

. Essai B (tabl. 5)

Au cours de ce deuxième essai qui a duré 37 jours, les quantités de concentré ingérées sont du même ordre que dans l'essai précédent. Le blé dur a été très bien consommé, l'appétence des animaux pour cette céréale est manifeste. Il

TABLEAU 4

Essai A : grain + foin de Crau

Aliment concentré	Effectif	Poids vif moyen (g)		Gain moyen quotidien (g)	Quantités ingérées/animal/jour		UFV	MAT (g)
		Mise en lots *	Fin essai *	*	Grain (g)	Foin (g)	par kg de gain de poids vif	
1 Orge + t. soja	16	13,4	26,4	246 ± 25	1002	194	4,57	710
2 Orge + pois	16	13,6	26,0	240 ± 33	930	238	4,49	714
3 Orge + pois + blé dur 30	16	13,8	25,8	227 ± 18	931	209	4,77	731
4 Orge + pois + blé dur 60	16	13,9	26,9	250 ± 27	915	232	4,40	662

* Résultats du test de F : non significatif au seuil 5 p.100

TABLEAU 5

Essai B : grain + foin de luzerne

Aliment concentré	Effectif	Poids vif moyen (g)		Gain moyen quotidien (g)	Quantités ingérées/animal/jour		UFV	MAT (g)
		Mise en lots	Fin essai	*	Grain (g)	Foin (g)	par kg de gain de poids vif	
83 17 1 Orge + t. soja	16	16,8	27,5	293 ± 18	1080	131	3,93	623
15,5 24,5 4 Orge + pois + blé dur 60	16	15,5	24,8	244 ± 14	937	168	4,37	680
5 Blé dur 100	16	16,5	25,5	252	871	213	4,13	616

*** Résultats du test de F : Significatif au seuil 5 p.100 Non significatif au seuil 1 p.100**

faut noter que les animaux recevant le blé dur seul ont consommé davantage de foin de luzerne.

Les performances obtenues restent voisines bien qu'un léger avantage apparaisse au profit du régime orge + tourteau de soja. En effet, le résultat significatif du test F au seuil 5 p.100 semble lié, au vu des valeurs numériques indiquées dans le tableau 5, aux écarts entre les gains moyens quotidiens du lot 1 d'une part, et ceux des lots 4 et 5 d'autre part.

Comme pour le premier essai nous n'avons pas observé d'accident digestif même dans le lot qui reçoit le concentré à 100 p.100 de blé dur.

Conclusion

En conclusion de ces essais préliminaires nous pouvons dire :

- que le blé dur a été très bien toléré par les agneaux qui marquent pour cette céréale une nette préférence dans les mélanges.

- qu'il n'y a pas eu de différence importante entre les performances des différents lots qui ont eu une croissance normale pour leur race.

Il faut toutefois réserver aux agneaux un excellent foin qui apporte le complément de protéines nécessaire en attendant que l'on dispose de variétés de blé dur à haute teneur en matières azotées totales.

La simplicité d'alimentation avec une seule espèce de graine est séduisante car elle évite la pesée et les mélanges d'aliments. Si ces essais sont confirmés, la culture de variétés de ''blé dur fourrager'' à hauts rendements pourrait être envisagée pour l'alimentation animale.

Références bibliographiques

BRUNEL J.C., LEFEVRE C., TCHAMITCHIAN L., 1975. Performances de reproduction et d'élevage des brebis Finnoises et Romanov en race pure. *Journées de la Recherche ovine et caprine,* INRA-ITOVIC, 3-37.

DECAU J., 1978. Incidence de certains facteurs culturaux (fumure azotée en particulier), sur le rendement en protéines et la qualité de ces protéines, chez les céréales à paille. *Bull. Techn. Inf.* **334-335.** 537-542.

GRIGNAC P., 1981. Rendement et comportement du blé dur dans le milieu méditerranéen français. CEE., AGRIMED., 1981.

PERRET G., 1975. INRA-ITOVIC, 5e Journées de la Recherche ovine et caprine, 121.

THIVEND P., 1969. Le blé dans l'alimentation du ruminant *Bull Techn. Inf.,* **244,** 935-940.

INRA, 1979. *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens.* Xe Journées du Grenier de Theix, 387-389.

ITCF, 1979. *Maïs-blé-escourgeon pour agneaux.* Compte rendu Boigneville, **79-1,** 37.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (47) 19-26

Valeur alimentaire de la plante entière de féverole, de lupin, de pois et de soja sur pied et après ensilage

J. ANDRIEU*, C. DEMARQUILLY* et J. LE DU**

* Laboratoire des Aliments

**CEMAGREF- Echelon d'Auvergne, Montoldre-03150 Varennes/Allier

La féverole, le lupin, le pois et le soja sont des légumineuses à grosses graines. Les trois premières plantes, appelées protéagineux, sont cultivées essentiellement pour leurs graines riches en matières azotées et la quatrième (oléoprotéagineux) pour sa graine à la fois riche en matières azotées et en matières grasses. Un gros effort a été fait depuis quelques années sur leurs sélections et leurs techniques culturales par les phytotechnciens français pour améliorer leur rendement et la stabilité de ce dernier. On compte en effet beaucoup sur elles pour participer de façon significative à l'approvisionnement en protéines des élevages français et limiter ainsi l'augmentation des importations de tourteau de soja. Elles offrent par ailleurs, comme toutes les légumineuses, un certain nombre d'avantages agronomiques (économie d'engrais azotés, rupture des rotations céréalières...). Si le monogastrique ne peut utiliser que leurs graines, il n'en est pas de même du ruminant qui est capable d'utiliser la plante entière. Aussi le Laboratoire des Aliments a-t-il entrepris, depuis 1977, en collaboration avec le CEMAGREF de Montoldre, l'étude de la valeur alimentaire de ces plantes utilisées à l'état frais (féverole et pois) ou après ensilage (féverole, lupin blanc, pois et soja). Les conditions générales de ces essais sont rapportées dans le tableau 1.

Les plantes sur pied

. Féverole et pois

Le 28 mars 1979 un pois protéagineux de printemps (variété Amino) et une féverole de printemps (variété Ascott) ont été semés dans une même parcelle du C.R.A. (1) de Clermont-Ferrand. Dans cet essai, la composition (morphologique et chimique) et la valeur alimentaire de la plante entière mesurée sur moutons, ont été étudiées du stade formation des graines jusqu'à l'approche de la maturité (jaunissement des graines).

(1)Centre de Recherches Agronomiques.

La composition morphologique du pois a évolué plus rapidement que celle de la féverole (cf. fig. 1). Cette évolution s'est traduite dans les deux cas par un accroissement important de la proportion de graine (elle est passée de 10 p.100 à environ 50 p.100 de la matière sèche de la plante) au détriment des autres constituants et notamment des feuilles. A stades botaniques équivalents, le pois se caractérise par une teneur en tiges nettement plus faible et une teneur en feuilles plus élevée que celle de la féverole.

Durant la phase de formation des graines, la teneur en matière sèche de la plante entière a augmenté régulièrement chez les deux espèces : elle est alors passée de 16 - 18 p.100. Cependant, cette augmentation a été plus rapide dans le cas du pois que dans celui de la féverole (respectivement 0,55 point par jour contre 0,43 point par jour). Puis, a succédé une phase de dessication très rapide de tous les organes de la plante, si bien qu'en une semaine, la teneur en matière sèche des deux espèces est passée de 25 à environ 40 p.100.

La composition chimique du pois a peu évolué durant les 3 semaines d'étude (cf. tabl. 2). Elle s'est caractérisée par une teneur en matières azotées élevée (17 p.100 de la MS en moyenne) et indépendante du stade de récolte. Ce résultat est en accord avec ceux mentionnés par BRUNDAGE *et al.*, (1979) et par POTTS (1980). Par contre LECONTE (1974) a obtenu des valeurs plus élevées mais, il est vrai, avec des productions de matière sèche à l'hectare nettement plus faibles que dans notre essai. Quant à la teneur en cellulose brute, elle est restée pratiquement constante dans notre essai (19 p.100 de la MS en moyenne).

A l'inverse, la composition chimique de la féverole a évolué rapidement avec l'âge de la plante : les teneurs en cendres et en matières azotées ont diminué respectivement de 10 à 8 p.100 et de 16 à 12 p.100 alors que la teneur en cellulose brute a augmenté de 26 à 38 p.100. Dans un essai réalisé en 1971, TISSERAND et ROUX (1976) ont observé une évolution de la composition très comparable. Cependant l'évolution de la teneur en matières azotées observée par TOYNBEE - CLARKE (1970) sur 8 variétés de féverole de printemps, est sensiblement différente de celle que nous venons de décrire : selon cet auteur,

TABLEAU 1

Conditions générales des essais effectués au laboratoire sur les plantes protéagineuses

Espèce	Variété	Année	Lieu de culture	Semis		Fertilisation Un./ha			Date de floraison	Vert	Ensilage		
				Date	Doses (kg/ha)	N	P	K		Dates des mesures	Date de récolte	MS/ha (tonnes)	Traitements
Féverole	Ascott	1976	Montoldre	25/3/76	220	/	/	/	/	/	23/7	/	Sans acide + 3,5 l d'ac. formique + 5,0 l d'ac. formique
	Marris Beagle	1978	Montoldre	3/11/77	240	/	162	162	/	/	18/7	5,6	Sans acide + 3,5 l d'ac. formique
	Marris Beagle	1979	Montoldre	5/1/79		/	121	121	/	/	5/7	5,4	Sans acide + 3,5 l d'ac. formique
	Ascott	1979	CRA	28/3/79	295	40	40	40	19/6	2/7 au 3/8	18/7 1/8	7,7 6,7	Sans acide + 3,5 l d'ac. formique + 3,5 l d'ac. formique
Lupin (blanc)	Kali 783	1980	Montoldre	23/4/80	245	/	124	124	/	/	12/9	2,1	Sans acide + 3,5 l d'ac. formique
Pois protéagineux	Frimas	1978	Montoldre	2/11/77	220	/	162	162	/	/	13/6	4,4	Sans acide + 3,5 l d'ac. formique
	Frimas	1979	Montoldre	19/12/78	220	/	121	121		/	2/7	8,7	Sans acide + 3,5 l d'ac. formique
	Amino	1979	CRA	28/3/79	200	40	40	40	15/6	2/7 au 19/7	4/7 11/7	7,2 7,8	Sans acide + 3,5 l d'ac. formique + 3,5 l d'ac. formique
Soja	Hodgson	1980	Montoldre	9/5/80	90	/	124	124	/	/	2/10	3,7	Sans acide + 3,5 l d'ac. formique

TABLEAU 2

Composition chimique, valeur nutritive et ingestibilité de la plante entière de pois et de féverole à l'état frais

Dates	Stade de végétation	p.100 MS	Composition chimique p.100 MS			Digestibilité			Valeur nutritive par kg MS					M.S. ingérée g/kg p0.75	MS/ha (tonne)
			Cendres	Matières azotées	Cellulose brute	Matière organique	Matières azotées	Cellulose brute	UFL	UFV	MAD (g)	PDIN (g)	PDIE (g)		
Féverole															
2/7 - 6/7	Formation de la graine	16,4	10,2	16,5	26,0	0,684	0,756	0,417	0,80	0,73	133	116	115	85	6,3
8/7 - 13/7	Formation de la graine	19,3	8,3	15,4	26,6	0,690	0,727	0,404	0,82	0,76	121	108	112	82	8,1
15/7- 19/7	Début noircissement des gousses	22,9	7,5	14,3	30,1	0,698	0,726	0,483	0,84	0,77	113	100	108	78	7,7
22/7- 27/7	Noircissement des gousses	25,7	7,5	14,5	34,2	0,694	0,720	0,571	0,83	0,76	116	102	109	76	6,6
29/7- 3/8	Graines marbrées et dures	34,2	8,0	12,4	38,0	0,697	0,683	0,586	0,83	0,76	103	87	100	72	6,7
Pois protéagineux															
2/7 - 6/7	Formation de la graine	18,3	9,2	17,5	18,0	0,767	0,759	0,535	0,96	0,92	137	106	92	91	7,2
8/7 - 13/7	Début jaunissement des gousses	23,5	9,0	16,7	18,7	0,756	0,729	0,484	0,94	0,90	127	101	90	91	7,8
15/7- 19/7	Début jaunissement des pois	33,1	8,1	17,4	19,2	0,739	0,731	0,327	0,92	0,87	137	105	91	85	7,5

cette teneur serait minimum à un stade situé entre la floraison et l'apparition des gousses, puis s'accroîtrait rapidement jusqu'à la maturité et attendrait alors des valeurs allant de 17 à 19 p.100 selon les années. Ce même auteur (1973) signale également que, comme cela a été observé pour la production de graine, les féveroles d'hiver seraient un peu plus riches en matières azotées que les féveroles de printemps quand elles sont semées à la même date.

Dans notre essai le pois s'est donc montré plus riche en matières azotées et plus pauvre en cellulose brute que la féverole, et cela d'autant plus que le stade de comparaison était plus proche de la maturité.

Le coefficient de digestibilité de la matière organique des pois a été très élevé (en moyenne (0,75) et a diminué faiblement avec l'âge de la plante (il est passé de 0,767 à 0,739). La faible évolution de la digestibilité du pois avec son âge ressort également des études de digestibilité in vitro effectuées par BRUNDAGE *et al.* (1970, 1979) et POTTS (1980). Chez les variétés de pois donnant une production de graines élevées (pois protéagineux et de conserve), il y aurait donc

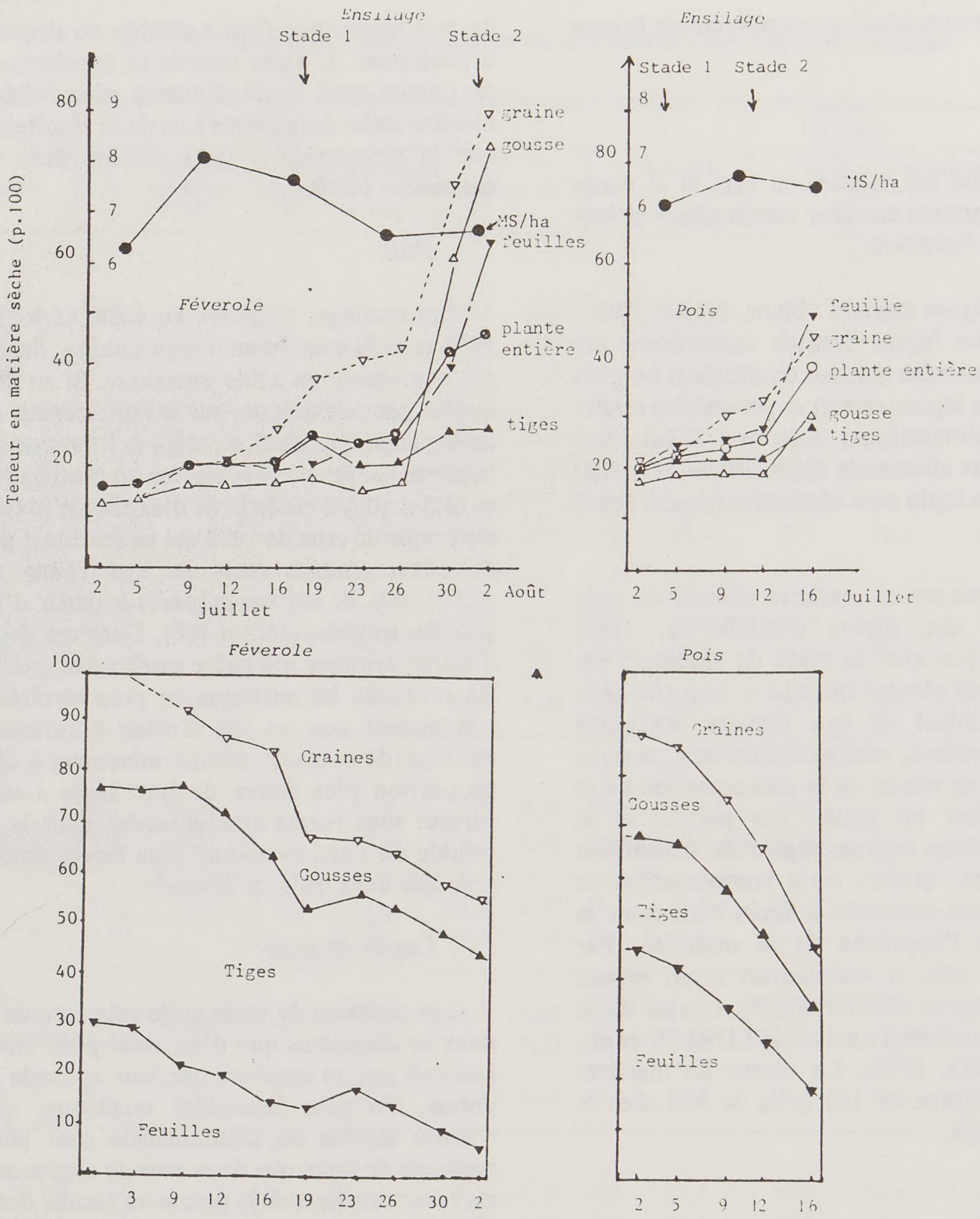


FIG. 1 : ***Evolution des teneurs en matière sèche des différents organes, de la production de matière sèche à l'hectare et de la composition morphologique de la féverole et du pois.***

pratiquement compensation entre l'augmentation de la part de la graine, dont la digestibilité est très élevée, et la diminution de la digestibilité des organes végétatifs avec l'âge. D'après les Tables de NEHRING (1972) il n'en serait pas de même chez les pois fourragers : leur digestibilité passerait de 0,77 avant la floraison à 0,64 à la formation des gousses. Quant à la féverole, sa digestibilité a été inférieure à celle du pois (elle a été en moyenne de 0,69) et pratiquement indépendante du stade de récolte. D'autres auteurs n'ont pas observé d'évolution de la digestibilité, (TISSERAND et ROUX, 1976) ou une légère augmentation de la digestibilité avec l'âge (TOYNBEE-CLARKE, 1970-1973). Pour ce dernier auteur, la digestibilité pourrait chuter rapidement à la maturité (stade noircissement des plantes). Par contre, les différences de digestibilité entre notre essai et celui effectué par TISSERAND et ROUX, (1976) sur la même variété (de 0,04 unité en moyenne) sont difficilement explicables. Le pois et la féverole ont eu dans notre essai une ingestibilité élevée : en moyenne 89 g de MS/kg $P^{0,75}$ et 79 g dans les cas respectifs du pois et de la féverole, ce qui est très caractéristique des légumineuses. Cependant chez la féverole l'ingestibilité a diminué d'une manière sensible avec l'âge de la plante (de 85 à 72 g) et cela, en raison vraisemblablement du dessèchement important de l'appareil foliaire.

Les productions de matière sèche et d'UF par hectare ont été maximum pour le pois au début du jaunissement des gousses (respectivement 7,8 tonnes de matière sèche et 7400 UFL), soit environ 25 jours après la floraison et pour la féverole au début du noircissement des gousses (respectivement 8 tonnes de matière sèche et 6600 UFL) soit environ un mois après la floraison. Passés ces stades, la production de matière sèche diminue par suite des pertes de matière sèche provenant du dessèchement important de l'appareil foliaire.

Le stade optimum de récolte pour l'ensilage correspond donc à ces stades d'autant plus qu'alors, la teneur en matière sèche de la plante est voisine de 25 p.100 et permet donc de supprimer les pertes d'éléments nutritifs par les jus (cf. plus

loin). Ce stade optimum est cependant particulièrement fugace dans le cas du pois.

. Lupin et soja

Nous n'avons pas étudié ces plantes en vert et il existe actuellement très peu de données sur leur composition et leur valeur alimentaire après la floraison.

Chez le lupin, plusieurs types existent : blanc, bleu et jaune. A l'origine presque tous les lupins cultivés contenaient des quantités importantes d'alcaloïdes qui leur conféraient un goût amer (d'où le qualificatif de lupins amers) et pouvait les rendre toxiques pour les animaux domestiques (lupinose). C'est grâce essentiellement à des travaux allemands (SENGBUSCH, 1928) que les premières variétés de lupin sans alcaloïdes (lupins doux) ont été obtenues.

Après la floraison, la teneur en matières azotées du soja (SCHNEIDER, 1947) et des lupins (NEHRING, 1972) n'évoluerait pratiquement pas avec le stade de récolte : elle serait comprise pour ces deux plantes entre 14 et 16 p.100 de la MS. De même, la digestibilité de leur matière organique évoluerait peu après la floraison, vraisemblablement, comme pour la féverole et le pois, en raison de la compensation entre l'augmentation de la teneur en graine des plantes et la diminution de la digestibilité des organes végétatifs. Cependant d'après SHELDRICK *et al.*, (1980), cette compensation ne serait que partielle en ce qui concerne le lupin bleu dont la digestibilité diminuerait à l'approche de la maturité. Par contre, la digestibilité du soja se stabiliserait à un niveau inférieur (environ 0,65 d'après SCHNEIDER) à celui de la digestibilité du lupin (environ 0,69 d'après SHELDRICK *et al.*, 1980 et d'après NEHRING, 1972). La teneur en matières azotées digestibles serait voisine de 105 g/kg de MS chez le lupin et de 110 g chez le soja.

Les plantes ensilées

Qualité de conservation

Les caractéristiques fermentaires des ensilages étudiés, préparés en silos expérimentaux de 4 m^3 et à partir de plantes hachées finement, sont données dans le tableau 3. On y constate que la qualité de conservation est, pour une plante donnée, très variable d'un essai à l'autre.

. *Féverole*

La qualité de conservation des ensilages de féverole peut être considérée comme bonne ou très bonne, sauf en 1978. Les ensilages préparés en 1978 contiennent en effet beaucoup d'acide butyrique, peut-être par suite d'une teneur insuffisante de la plante sur pied en glucides solubles (7,1 p.100 de la matière sèche bien que celle étudiée en 1979 au CRA en contenait encore beaucoup moins et que les ensilages correspondants sont excellents) ou d'un ensemencement important en spores butyriques par de la terre lors de la récolte. Dans cet essai, l'addition d'acide formique n'a d'ailleurs guère amélioré la qualité de conservation. Qu'ils soient bien ou mal conservés, les ensilages de féveroles ont une faible proportion de leur azote sous forme soluble ou dégradée jusqu'au stade d'ammoniac. L'azote soluble ne représente que 30 à 60 p.100 de l'azote total et est d'autant plus faible que la teneur en matière sèche de la plante lors de la récolte est élevée. Il est vrai que la proportion d'azote soluble dans la plante verte est également faible.

. *Pois*

Les ensilages préparés au CEMAGREF de Montoldre en 1978 et 1979 sont de mauvaise qualité, du moins si on les juge sur leur teneur en acide butyrique. Si en 1979, cette mauvaise qualité peut s'expliquer par la faible teneur en glucides solubles de la plante ensilée (5,4 p.100) et l'incorporation de terre, bien montrée par les teneurs élevées en cendres (respectivement 23,2 et 18,3 p.100) il est difficile d'expliquer la teneur élevée en acide butyrique de ceux de 1978 qui ne semblent pas avoir été souillés de terre, compte tenu de leur faible teneur en cendres (6,5 p.100), et ont été préparés à partir d'une plante riche en glucides solubles (16,3 p.100). Dans ces deux essais, l'addition d'acide formique n'a guère amélioré la qualité de conservation. En revanche les ensilages de pois récoltés au CRA en 1979 contiennent peu ou pas d'acide butyrique. En moyenne les ensilages de pois ont, comparativement à ceux de féverole, une proportion plus élevée de leur azote sous forme soluble et surtout sous forme ammoniacale, mais la proportion d'azote soluble est aussi beaucoup plus élevée dans la plante verte de pois que dans celle de féverole.

. *Lupin et soja*

Les ensilages de lupin et de soja sont de bonne qualité mais nous ne disposons que d'un essai pour chaque plante et il ne faudrait pas en conclure que leur aptitude à l'ensilage est très bonne. On peut cependant remarquer que les proportions d'azote soluble ou ammoniacale sont plus élevées dans les ensilages de lupin que dans ceux de soja sans qu'on sache si cela est caractéristique de la plante ou résulte des teneurs en matière sèche différentes lors de l'ensilage.

En définitive, la qualité de conservation des ensilages de protéagineux semble pouvoir être très variable d'un essai à l'autre sans qu'on puisse toujours expliquer les causes de cette variation. Les caractéristiques fermentaires des ensilages réalisés à partir de la féverole cultivée au CRA de Clermont-Ferrand en 1979 montrent d'ailleurs clairement que, du moins pour cette plante, les acides organiques formés durant l'ensilage peuvent provenir en majeure partie d'autres composés que les sucres de la plante. En l'attente de résultats plus nombreux, il semble prudent de recommander l'emploi d'un conservateur malgré la faible efficacité entraînée par l'addition d'acide formique, due vraisemblablement au pouvoir tampon parfois élevé de ces plantes.

Valeur alimentaire

Les données moyennes et extrêmes de composition chimique, de valeur nutritive et d'ingestibilité des ensilages sont présentées dans le tableau 4.

. *Féverole*

La composition chimique des ensilages étudiés est très variable : respectivement en p.100 de la matière sèche, de 6,6 à 11,6 ; de 12,2 à 22,9 et de 18,9 à 32,6 pour les teneurs en

TABLEAU 3

Caractéristiques des plantes à la mise en silo et qualité de conservation des ensilages

Lieu de culture et année	Traitement	Plante verte				Ensilage								
		% MS	% glucides solubles (% MS)	Pouvoir tampon (1)	N soluble % N total	Cendres (2)	pH	% N total		Acides organiques et alcools (g/kg MS)				
								$N\text{-}NH_3$	N soluble	lactique	acétique	propionique	butyrique	alcools
Féverole														
Montoldre 1976	Direct	25,2	5,1	83	24,6	7,5	4,10	7,2	39,6	95,2	18,8	0	0,8	11,3
	+3,5 l Ac. F.	26,2				7,1	4,00	5,2	38,2	54,1	12,1	0	0	14,4
	+5,0 l Ac. F.	25,1				6,6	3,95	6,1	40,0	60,1	12,8	0	0	8,8
Montoldre 1978	Direct	30,2	7,1	76	25,6	7,3	5,00	5,7	35,4	21,8	5,2	2,9	41,1	18,6
	+3,5 l Ac. F.	29,7				8,0	4,62	6,6	35,4	17,9	3,7	1,2	32,9	10,5
Montoldre 1979	+3,5 l Ac. F.	21,2	13,0	64	34,4	11,6	3,86	8,4	60,4	52,8	13,1	0	0,7	8,2
CRA 1979	Stade 1 Direct	21,7	8,8	117	25,1	9,4	4,53	11,5	46,3	96,8	38,0	1,3	1,8	10,2
	+3,5 l Ac. F.				24,5	8,4	4,14	8,8	48,1	86,6	24,2	0,3	0	7,9
	Stade 2 +3,5 l Ac. F.	43,4	2,0	95	20,3	10,3	5,03	6,1	28,3	26,4	19,8	0,4	0	4,2
Pois protéagineux														
Montoldre 1978	Direct	24,1	15,8	64	44,6	6,5	4,28	13,9	65,0	74,4	14,6	0	24,7	11,6
	+3,5 l Ac. F.	24,8	16,7		50,0	6,4	4,20	12,8	65,3	39,8	11,3	0,5	21,2	13,4
Montoldre 1979	Direct	33,9	5,4	98	34,9	23,2	5,12	12,3	50,0	16,1	5,2	6,1	35,1	9,9
	+3,5 l Ac. F.	33,0				18,3	4,60	10,7	32,0	34,7	4,4	2,0	22,2	8,9
CRA 1979	Stade 1, Direct	21,2	18,1	139	59,1	11,6	4,06	12,4	69,7	148,5	42,6	0,4	0,1	24,8
	+3,5 l Ac. F.	21,9			61,5	11,3	4,12	9,2	64,9	121,1	24,2	0	1,6	20,9
	Stade 2 +3,5 l Ac. F.	29,2	13,4	144	52,0	9,4	4,16	11,0	68,5	101,5	27,6	0,1	0,2	12,6
Lupin														
Montoldre 1980	Direct	21,9	1,2 (3)	44	40,7	6,5	4,79	15,1	53,8	46,2	10,4	0,4	1,0	4,7
	+3,5 l Ac. F.					5,5	3,97	9,8	56,3	33,7	12,1	0	0	12,5
Soja														
Montoldre 1980	Direct	28,4	1,1 (3)	111	32,3	8,8	4,74	8,4	39,2	62,7	21,4	0,7	0,2	9,1
	+3,5 l Ac. F.					8,4	4,36	7,7	44,8	55,1	20,5	0,4	0	16,5

(1) g d'acide lactique pour abaisser à 4,0 le pH d'un kg de matière sèche de la plante verte sur pied. A titre de comparaison ce pouvoir tampon est compris entre 120 et 180 g pour la luzerne (stade boutons floraux), entre 70 et 115 pour les ray-grass (stade fin montaison - début épiaison) et entre 50 et 60 pour les maïs. Il faut par ailleurs savoir qu'il est multiplié par un facteur compris entre 2 et 4 durant l'ensilage, l'augmentation étant d'autant plus importante que l'abaissement du pH est lent.

(2) La teneur en cendres de l'ensilage est donnée pour permettre de se rendre compte de l'incorporation de terre dans l'ensilage lors de la récolte.

(3) Les échantillons ayant été conservés un an dans un congélateur défectueux, les teneurs en glucides solubles doivent être considérées comme douteuses.

cendres, matières azotées et cellulose brute. Cette variabilité doit traduire non seulement les différences dans les stades de récolte (l'ensilage le plus pauvre en matières azotées et le plus riche en cellulose brute correspond au deuxième stade de récolte de la féverole Ascott cultivée en 1979 au CRA de Clermont-Ferrand et récoltée à 43,4 p.100 de matière sèche, soit à un stade avancé de maturité) mais aussi les différences dans les proportions de graines à même stade de maturité suivant les essais.

La digestibilité de la matière organique est en moyenne de 0,661 mais est aussi assez variable d'un essai à l'autre (de 0,596 à 0,725) et est d'ailleurs en liaison étroite avec la teneur en matières azotées (MAT en p.100 de la matière sèche) ou en cellulose brute (CB en p.100 de la matière sèche) de l'ensilage (fig. 2).

$$dMO = 0{,}485 + 0{,}0103\,MAT \pm 0{,}018 \quad r = 0{,}930 \text{ pour } n = 9$$
$$dMO = 0{,}859 - 0{,}00790\,CB \pm 0{,}012 \quad r = 0{,}971 \text{ pour } n = 9$$

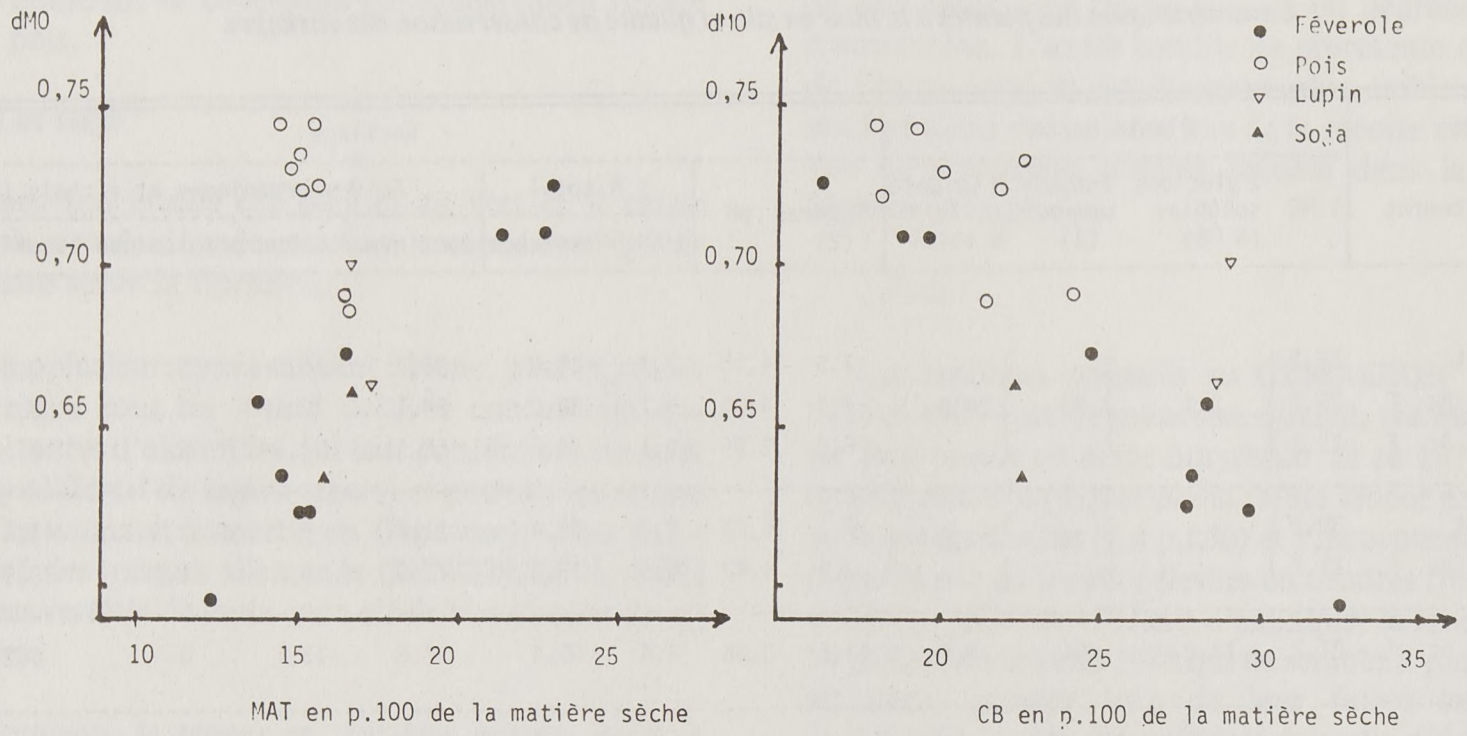


FIG. 2 : *Liaisons entre la digestibilité de la matière organique* (dMO) *des ensilages de féverole, de pois, de lupin et de soja et la teneur de ces ensilages en matières azotées* (MAT) *et en cellulose brute* (CB)

La digestibilité des ensilages, qui correspond en moyenne à une valeur énergétique de 0,77 UFL et 0,69 UFV par kg de MS (de 0,64 à 0,90 UFL et de 0,55 à 0,84 UFV suivant les essais), est donc en moyenne plus faible que celle observée pour la féverole en vert. Contrairement à ce que nous avons observé pour les fourrages classiques et la plante entière de maïs, l'ensilage semble d'ailleurs entraîner chez la féverole une diminution de la digestibilité (cf. tabl. 5) bien qu'une diminution aussi importante doit résulter, en majeure partie, d'une hétérogénéité de la culture, les trois ensilages ayant été préparés à partir de la féverole Ascott cultivée au CRA de Clermont-Ferrand en 1979 et étudiée en vert ; il est vraisemblable que les plantes ensilées contenaient dans leur matière sèche moins de graines que celles étudiées en vert. Leur digestibilité est d'ailleurs légèrement inférieure à celle des ensilages étudiés par TISSERAND et ROUX (dMO non corrigée pour les pertes de matière sèche à l'étuve de 0,670 pour n = 4) et par INGALLS *et al.* (1979) (dMS = 0,701 pour n = 3) et celle donnée dans les Tables de KELLNER et BECKER (1966) (dMO = 0,69).

La teneur en matières azotées digestibles (MAD) est en moyenne de 114 g/kg MS et varie de 168 à 75 g dans le même sens que la teneur en matières azotées totales (MAT) à laquelle elle est étroitement liée :

$$MAD = 0{,}909\ MAT - 41{,}5 \pm 4{,}1 \quad r = 0{,}995 \text{ pour } n = 9$$

Plus simplement la teneur en MAD peut être obtenue en retranchant 57 de la teneur en MAT exprimée en g/kg MS

$$MAD = MAT - 57$$

Quant aux teneurs en PDI, elles sont, compte tenu d'une digestibilité réelle des protéines alimentaires de 0,65, les suivantes :

PDIN : 102 (de 73,5 à 136,5 selon les ensilages).
PDIE : 88 (de 76,5 à 109,0 " ").

Enfin l'ingestibilité est élevée, en moyenne 67,9 g de MS/kg $P^{0,75}$ (soit du même ordre de grandeur que celle observée avec les ensilages de luzerne hachés finement et bien conservés) quoique très variable d'un ensilage à l'autre : de 46,9 à 91,4 g. Les valeurs les plus élevées correspondent aux ensilages les plus riches en matières azotées et la valeur la plus faible à un ensilage souillé de terre. Cette ingestibilité élevée a été aussi observée sur moutons (78,4 g pour n = 4) par TISSERAND et ROUX (1976) et sur bovins, par NICHOLSON, GORRILL et BURGESS (1974) et INGALLS *et al.* (1979) dans les comparaisons effectuées par ces auteurs canadiens entre ensilages de féverole et ensilages de maïs.

. *Pois*

Comme dans le cas de la plante sur pied, la composition chimique est beaucoup moins variable que celle de la féverole à l'exception de la teneur en cendres dont la variation doit traduire essentiellement une incorporation plus ou moins importante de terre lors de la récolte : respectivement en p.100 de la matière sèche de 6,5 à 23,2 ; de 14,5 à 16,7 et de 18,1 à 24,2 pour les teneurs en cendres, en matières azotées et en cellulose brute (tabl. 4).

La digestibilité de leur matière organique est en moyenne de 0,718. Elle est plus élevée (de 0,06 unité) et moins variable (elle varie de 0,686 à 0,744) que celle des ensilages de féverole et n'est pas liée significativement à leurs teneurs en matières azotées ou en cellulose brute (cf. fig. 2). Comme pour la féverole, il semble que l'ensilage entraîne une diminution de la digestibilité mais cette diminution est plus faible (tabl. 5) et résulte d'ailleurs peut-être aussi d'une hétérogénéité de la parcelle ayant servi à comparer les plantes sur pied et ensilées. Cette digestibilité correspond en moyenne à une valeur énergétique de 0,82 UFL et 0,77 UFV par kg MS. Elle est plus élevée que celle qu'on peut trouver dans la littérature (KELLNER et BECKER, 1966 ; LECONTE, 1974) pour l'ensilage de pois fourrager (*Pisum arvense*) beaucoup moins productif en grains que le pois protéagineux (pois à grains de printemps : *Pisum sativum* ou d'hiver : *Pisum sativum* × *arvense*).

La teneur en matières azotées digestibles (MAD) est en moyenne de 107 g par kg de matière sèche. Elle peut être prévue en retranchant 49 g de la teneur en matières azotées totales,

TABLEAU 4

Composition chimique, valeur nutritive et ingestibilité des ensilages de protéagineux

Nombre	% MS	Composition chimique (% MS)			Digestibilité			Valeur nutritive par kg MS					MS ingérée
		Cendres	Matières azotées	Cellulose brute	Matière organique	Matières azotées	Cellulose brute	UFL	UFV	MAD (g)	PDIN (g)	PDIE (g)	g/kg $P^{0,75}$
Féverole													
	28,2	8,5	17,1	25,1	0,661	0,662	0,432	0,77	0,69	114	102	88	67,9
9	23,9 à 45,4	6,6 à 11,6	12,2 à 22,9	18,9 à 32,6	0,596 à 0,725	0,590 à 0,745	0,293 à 0,550	0,64 à 0,90	0,55 à 0,84	75 à 168	73 à 136	77 à 109	51,3 à 91,4
Pois protéagineux													
	27,7	12,4	15,6	21,1	0,718	0,688	0,563	0,82	0,77	107	87	70	67,3
7	23,9 à 33,9	6,5 à 23,2	14,5 à 16,7	18,1 à 24,2	0,686 à 0,744	0,686 à 0,716	0,452 à 0,688	0,68 à 0,91	0,62 à 0,85	102 à 116	82 à 92	64 à 84	57,3 à 70,8
Lupin blanc													
	22,1	6,0	17,0	28,9	0,682	0,736	0,545	0,83	0,75	125	107	86	68,2
2	21,6 et 22,6	5,5 et 6,5	16,7 et 17,2	28,7 et 29,1	0,663 et 0,700	0,728 et 0,744	0,533 et 0,557	0,79 et 0,87	0,71 et 0,80	124 et 125	106 et 108	86 et 87	64,2 et 72,3
Soja													
	29,5	8,6	16,3	22,4	0,648	0,674	0,480	0,78	0,70	110	99	85	85,5
2	29,5 et 29,1	8,4 et 8,5	15,9 et 16,1	22,3 et 22,5	0,634 et 0,661	0,661 et 0,686	0,475 et 0,485	0,75 et 0,80	0,67 et 0,73	105 et 114	96 et 101	85 et 85	85,2 et 85,7

TABLEAU 5

Modifications de composition chimique, de digestibilité et d'ingestibilité entraînées par l'ensilage de la féverole et du pois

Nature de la plante et mode d'utilisation		Nombre	Composition chimique (% MS)			Digestibilité			MS ingérée
			Cendres	Matières azotées	Cellulose brute	Matière organique	Matières azotées	Cellulose brute	g/kg $P^{0,75}$
Féverole	Vert	3	9,0	14,0	32.7	0,698	0,712	0,517	75,7
	Ensilage	3	9,4	14,1	30,0	0,615	0,633	0,322	58,9
Pois protéagineux	Vert	3	10,5	15,6	18,1	0,763	0,749	0,518	90,8
	Ensilage	3	10,8	15,0	19,2	0,731	0,696	0,519	71,4

exprimée elle-même en g. Quant aux teneurs en PDI, elles sont, compte tenu d'une digestibilité réelle des protéines alimentaires de 0,55, respectivement pour les PDIN et PDIE de 87 et 70 g/kg MS. Les teneurs en MAD et PDI sont, comme la teneur en MAT, plus faibles que pour les ensilages de féverole mais aussi beaucoup moins variables (tabl. 4).

L'ingestibilité des ensilages de pois est élevée (67,3 g MS/kg $P^{0,75}$), identique à celle des ensilages de féverole mais moins variable d'un ensilage à l'autre. Elle semble dépendre peu de la teneur en matière sèche et de la qualité de conservation de l'ensilage (c'est souvent ce qui est observé chez le mouton), mais les deux ensilages les moins bien consommés sont ceux préparés à Montoldre en 1979 et contaminés par de la terre. Il n'existe, à notre connaissance, aucune donnée dans la littérature sur l'ingestibilité des ensilages de pois protéagineux.

. *Lupin et soja*

La composition chimique et la valeur nutritive des ensilages de lupin et de soja (tabl. 4) doivent être considérées comme provisoires compte tenu que ces ensilages correspondent à un seul essai pour chacune de ces plantes qui contenaient respectivement 24 et 33 p.100 de graines dans leur matière sèche à la mise en silo. Les teneurs en matières azotées, en cellulose brute et la digestibilité de la matière organique sont en moyenne de 17,0 , 28,9 et 0,682 pour le lupin et de 16,3 , 22,4 et 0,648 pour le soja. Ces valeurs sont cependant concordantes avec celles de la littérature : digestibilité de la matière organique des ensilages de lupin comprises entre 0,64 et 0,72 pour les différents types (blanc, bleu, jaune) de lupin ensilés à des stades non ou mal précisés (Tables de KELLNER et BECKER, 1966 ; Tables scandinaves) et de 0,62 pour des ensilages de doja plus

pauvres en matières azotées (14,8 p.100) et surtout plus riches en cellulose brute (36,4 p.100) que ceux que nous avons étudiés (Tables de SCHNEIDER, 1947).

La teneur en MAD des ensilages de lupin et de soja étudiés est respectivement de 125 et 110 g par kg MS, celle en PDIN de 107 et 99 g et celle en PDIE de 86 et 85 g compte tenu d'une digestibilité réelle des protéines alimentaires de 0,75 et 0,65 qui reste à confirmer car calculée à partir d'un nombre insuffisant de données. La valeur azotée réelle de ces ensilages notamment de ceux de soja peu riches en azote soluble semble d'ailleurs excellente, si on en juge par les quantités élevées d'azote retenue par les moutons (cf. tabl. 6).

TABLEAU 6

Bilan azoté effectué sur les moutons ayant reçu les ensilages de lupin et de soja préparés avec addition d'acide formique

	N ingéré (NI)	N fécal		N urinaire		N retenu	
	g/j	g/j	% NI	g/j	% NI	g/j	% NI
Lupin	36,66	9,43	25,7	22,45	61,2	4,79	13,1
Soja	41,87	13,1	31,3	21,47	51,3	7,31	17,5

Enfin, alors que l'ingestibilité des ensilages de lupin (68,2 g/kg $P^{0,75}$) est du même ordre de grandeur de celle des ensilages de féverole et de pois, celle des ensilages de soja (85,5 g) est extrêmement élevée.

*

* *

En conclusion, la plante entière de féverole, pois, lupin et soja est caractérisée par une excellente valeur énergétique (de l'ordre de 0,80 UFL) et azotée (MAD>110 g) et une ingestibilité très élevée, évoluant peu entre la floraison et la maturité. Le stade optimum de récolte se situe quand les graines sont bien formées, soit entre 25 et 30 p.100 de MS, à une période (15 juin 15 juillet, pour le pois et la féverole) où les conditions climatiques sont en général très favorables à la récolte et qui permet de faire suivre éventuellement ces plantes d'une culture dérobée. Les quantités récoltées seront alors de l'ordre de 7 à 8 tonnes de matière sèche/ha pour la féverole et le pois cultivés en bonnes conditions de culture mais doivent être précisées pour le lupin et le soja. En effet, si celles que nous avons observées pour le pois et la féverole sont du même ordre de grandeur que celles obtenues par d'autres auteurs [7,3 à 9,5 t à Dijon par TISSERAND et ROUX (1976), 9,1 à 12,2 t à Cambridge (G.B.) par TOYNBEE-CLARKE (1970) pour la féverole et 6 à 7 t au Pin-au-Haras pour le pois à grain par LECONTE (1974)] , les quantités récoltées de lupin et de soja semblent particulièrement faibles puisque SHELDRICK *et al.*, (1980) ont obtenu 11 t de matière sèche/ha de lupin blanc ou bleu à Hurley (G.B.). Le stade optimum de récolte étant assez court, notamment lors des étés secs et chauds, le mode de récolte optimum est l'ensilage qu'il semble prudent de préparer avec addition d'un conservateur efficace, du moins dans l'attente de résultats plus nombreux. L'ingestibilité de ces ensilages doit être au moins égale à celle des bons ensilages de maïs et devrait donc permettre des performances animales élevées avec une complémentation ne faisant pas ou peu (vaches à haut niveau de production en début de lactation) intervenir de tourteaux.

Références bibliographiques

BRUNDAGE A.L., KLEBESADEL J.L., 1970. Nutritive valeur of oat and pea components of a forage mixture harvested sequentially. *J. Dairy Sci.*, **53**, 793.

BRUNDAGE A.L., TAYLOR R.L., BURTON V.L., 1979. Relative yields and nutritive valeur of barley, oats and peas harvested at four successive date for forages. *J. Dairy Sci.*, **62**, 740-745.

INGALLS J.R., SHARMA H.R., DEVLIN T.J., BAREEBA F.B., CLARK K.W., 1979. Evaluation of whole plante fababean forage in ruminant rations. *Can. J. Anim. Sci.*, **59**, 291-301.

KELLNER O., BECKER M., 1966. *Grundzüge der fütterungslehre.*

LECONTE D., 1974. *Pois fourrager plante entière : évolution de la plante et choix de la date de récolte. Essai d'ensilage de pois fourrager :* Document du Domaine expérimental du Vieux Pin (INRA).

NEHRING K., BEYER M., HOFFMANN B., 1972. *Futtermittel tabellenwerd.* VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin

NICHOLSON J.W.G., GORRILL A.D.L., BRUGESS P.L., 1974. Nutritive value of whole plant fababean silage. *Can. J. Anim. Sci.*, **54**, 722 (Abstr.).

POTTS M.J., 1980. The influence of sowing date, harvest date and seed rate on the yied of forage peas. *Grass and Forage Science,* **35**, 41-45.

Tables scandinaves. N.J.F., 1969. *Fodermiddeltabel* - Nordiske Jordbrugs forskeres forening, Argang - Mariendals boktrykkeri o/s, Gjovick.

TISSERAND J.L., ROUX M., 1976. Valeur alimentaire de la plante entière de féverole (Vicia faba L.) en vert et après ensilage. *Ann. Zootech.*, **25**, 169-180.

TOYNBEE-CLARKE G., 1970. Whole-crop winter beans (Vicia faba L.) for conservation. *J. Brit. Grassld Soc.*, **25**, 228-232.

TOYNBEE-CLARKE G., 1973. Whole-crop Vicia faba for conservation. A comparison between winter-, horse-, tick-, and broad bean cultivars. *J. Brit. Grassld Soc.*, **28**, 69-72.

SCHNEIDER B.H., 1947. *Feeds of the world, their digestibility and composition.* West Virginia Univ., Morgantown, U.S.A.

SENG BUSCH R. Von., 1930. (Lupins low in bitter substances). *Züchter,* **2**, 1-2 (D).

SHELDRICK R.D., TAYLER R.S., MAINGU Z., PONGKAO S., 1980. Initial evaluation of lupin for forage. *Grass and Forage Science,* **35**, 323-327.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (47) 27-32

Utilisation des drèches de brasserie ensilées par les vaches laitières

P.R. PARRASSIN*, R. VERITE** et A. HODEN**
Avec la collaboration de C. BAZARD* et B. MARQUIS**

**Domaine Expérimental INRA SAD - 88500 Mirecourt*
***Station de Recherches sur la Vache Laitière - INRA St-Gilles - 35590 L'Hermitage*

La France produit chaque année plus de 400 000 tonnes de drèches de brasserie (en matière brute) mais en exporte la moitié, principalement vers les Pays-bas. Pourtant, la drèche constitue pour les ruminants un aliment riche en énergie et en matières azotées de qualité. L'irrégularité de la production de drèches au cours de l'année et sa concentration dans quelques régions (Nord, Alsace, Lorraine), jointes à l'abandon de la déshydratation, posent des problèmes pour son utilisation et conduisent à une conservation sous forme d'ensilage.

Les drèches ensilées, généralement utilisées à raison de 10-15 kg par vache et par jour, peuvent permettre de rééquilibrer les rations déficitaires en azote et conduire à une économie substantielle de tourteaux. Si la valeur nutritive des drèches a été estimée par plusieurs essais de digestibilité, peu de vérifications ont été réalisées en essais de production (sur vaches laitières (cf. revues de BALZER *et al.*, 1971 ; CHASE, 1977 ; DEMARQUILLY, 1979).

Au cours de 2 essais réalisés durant les hivers 1979-80 et 1980-81, nous avons voulu préciser les modalités d'emploi par les vaches laitières des drèches ensilées dans des rations à base d'ensilage de maïs ou d'ensilage d'herbe. L'accent a été mis sur les possibilités d'économie en aliments concentrés lors de l'utilisation des drèches.

Dans le premier essai, l'emploi des drèches ensilées a été testé en association avec une réduction de la teneur en matières azotées du concentré mais sans modification de la quantité de concentré apportée.

Dans le deuxième essai, l'emploi des drèches a été associé à une réduction de la quantité de concentré utilisée ainsi que de sa teneur en matières azotées. La comparaison entre les ensilages d'herbe et de maïs est rapportée dans l'article suivant de ce même numéro (PARRASSIN *et al.*, 1982).

Conditions expérimentales

- Traitements expérimentaux (tabl. 1)

Deux régimes ont été comparés chaque année et pour chaque ensilage (sauf avec l'ensilage d'herbe de l'essai 1) :

TEMOIN : ensilage à volonté + correcteur azoté si nécessaire + concentré production à environ 18 p.100 de matières azotées totales

DRECHES : ensilage à volonté + drèches ensilées (12 ou 14 kg) + concentré énergétique à environ 11 p.100 de matières azotées totales

A production égale, la quantité de concentré (y compris le correcteur) était identique pour les 2 régimes dans l'essai 1 alors que dans l'essai 2 elle était inférieure d'environ 2 kg (soit 5 litres de lait) avec le régime drèches comparé au régime témoin.

- Animaux, rationnement

Chaque année, 41 vaches multipares (pour moitié en 2e lactation) alimentées individuellement en stabulation entravée, ont été réparties en lots les plus identiques possibles (production en lactation antérieure, poids avant vêlage, âge et date de vêlage). A partir du vêlage, chaque lot a reçu un des régimes en continu pendant 18 semaines (essai 1) ou 12 semaines (essai 2).

Pour chaque vache, la complémentation était prédé-

TABLEAU 1

Traitements expérimentaux et niveaux de complémentation

Essais	I - 1979			II - 1980			
Ensilages	Herbe	Maïs		Herbe		Maïs	
Quantité de drèches (kg)	0	0	14	0	12	0	12
Complémentation							
- seuil de complémentation (1) (kg lait 4 %)	11	16	16	10	15	15	20
- correcteur azoté (kg) (2)	-	0,5	-	-	-	1,5	-
- teneur en matières azotées du concentré complémentaire (% MS)	18	18	11	18	11	18	11

(1) l'apport énergétique de la ration de base (y compris les drèches) est supposée couvrir les besoins d'entretien et de production correspondant à ce niveau. Au-delà, l'apport de concentré (y compris le correcteur azoté) se fait à raison de 0,45 UFL/kg lait 4 %.

(2) tourteaux tannés : mélanges en parts égales de soja-colza arachide (essai 1) ou de soja-colza (essai 2).

TABLEAU 2

Composition et valeur nutritive des aliments

	Teneurs en MS % (7)	Composition chimique % MS			Valeur nutritive retenue /kg MS		
		matières azotées	cellulose Weende	cendres	UFL	g PDIN	g PDIE
ESSAI I (1979)							
Ensilage de maïs-urée (1)	28,3	12,3	19,0	3,6	0,86	73	70
Ensilage d'herbe	24,0	11,2	29,9	8,3	0,79	67	70
Drèches ensilées	27,7	30,2	15,9	3,3	0,84	226	204
Correcteur azoté (4)	87,4	44,1	11,8	7,1	1,07	368	308
Concentré de production (5)	86,1	17,5	8,5	6,5	1,07	124	123
Concentré énergétique (6)	86,5	10,9	8,2	6,4	1,08	70	97
ESSAI II (1980)							
Ensilage de maïs-urée (2)	28,0	10,8	17,8	4,3	0,88	65	70
Ensilage d'herbe (3)	22,4	16,8	29,5	8,4	0,81	100	81
Drèches ensilées	26,2	31,5	14,7	3,1	0,84	226	204
Correcteur azoté (4)	87,1	45,3	11,7	8,1	1,08	356	349
Concentré de production (5)	86,4	18,4	9,3	7,5	1,09	129	131
Concentré énergétique (6)	85,9	10,8	9,4	6,7	1,11	72	100

(1) 16 g d'urée solide/kg de MS à la mise en silo ; contient 39 % grains
(2) 13,2 g d'urée/kg MS apporté à la mise en silo sous forme de "Maïsil" ; contient 45 % grains
(3) prairies naturelles au stade début épiaison avec ressuyage et adjonction de 3 l/tonne de conservateur (sylade) avant la mise en silo.
(4) tourteaux tannés : mélanges en parts égales de soja-colza arachide (essai 1) ou de soja-colza (essai 2)
(5) 19 % tourteau de soja, 21 à 25 % orge, 16 à 20 % maïs grains, 32 % pulpes de betteraves, 5 à 6 % de mélasse, 2,5 % minéraux
(6) 30 % orge, 30 % maïs grains, 32 % pulpes betteraves, 5,6 % mélasse, 2,5 % minéraux
(7) corrigées pour les pertes de produits volatils à l'étuve.

terminée et se faisait à raison de 0,45 UFL de kg de lait attendu au-dessus du niveau permis par l'énergie de la ration de base (cf. tabl. 1). Avec l'ensilage de maïs, un apport d'urée à la mise en silo et l'emploi d'un correcteur azoté (cf. tabl. 1) permettaient de rééquilibrer les apports azote-énergie. Par ailleurs, la couverture des besoins azotés en début de lactation a été assurée en substituant du tourteau tanné au concentré pendant les 5 premières semaines (HODEN, 1978).

Pour favoriser l'ingestion des drèches, celles-ci étaient distribuées le matin en mélange avec une partie de la ration journalière d'ensilage d'herbe ou de maïs.

Les quantités ingérées, la production et la composition du lait ont été contrôlées individuellement 2 jours par semaine (7 jours pour les drèches et les concentrés). Les caractéristiques chimiques et nutritives des aliments sont présentées dans le tableau 2, alors que les caractéristiques fermentaires des ensilages sont données dans l'article rapportant la comparaison des ensilages d'herbe et de maïs (PARRASSIN et al., 1982).

Résultats

- Essai 1

A même niveau de complémentation énergétique, l'introduction de drèches dans la ration d'ensilage de maïs.

- *n'a pas fait varier le niveau d'ingestion total* : 3,04 kg MS par 100 kg PV, donc celui de la ration de base (ensilage + drèches ensilées) : 2,52 kg MS/100 kg PV. En fait, les drèches se sont substituées totalement à l'ensilage de maïs. De ce fait, l'apport énergétique n'a pas été modifié. L'apport azoté déjà suffisant dans le lot ensilage de maïs seul, a été accru de plus de 300 g PDI en moyenne avec l'apport de drèches. Ceci a été beaucoup plus marqué pour les vaches faibles productrices que pour les fortes.

- *a correspondu à une augmentation importante de la production* : 2,7 kg de lait, 84 g de matières grasses et 91 g de protéines, soit des accroissements de 10 à 13 p.100 ($P < 0,05$). L'accroissement de la production au cours de la phase ascendante a été plus important avec les drèches (PM - PI = 5,5 kg vs 3,6 kg). Par la suite la persistance de la production a été semblable (89,7 p.100 vs 90,6 p.100).

- *n'a pratiquement pas modifié la composition du lait ;* seule une légère diminution du taux butyreux est apparue : 0,9 point (non significatif).

- *a réduit considérablement les pertes de poids après vêlage.* Les vaches recevant les drèches ont perdu seulement 22 kg en 6 semaines contre 38 kg pour les autres ; de plus en fin d'essai (fin du 4e mois), elles avaient pratiquement retrouvé leur poids au vêlage tandis que les vaches sans drèches avaient encore 29 kg de poids à regagner.

- Essai 2

L'introduction de drèches (2, 8 kg MS) dans les rations d'ensilages, accompagnée d'une réduction de la quantité de concentré (1,7 kg MS) :

- *a eu un effet sur l'ingestion différent selon le fourrage utilisé. Avec l'ensilage d'herbe, le niveau d'ingestion total a été peu modifié* (2,7 kg MS par 100 kg PV). En d'autres termes, la réduction du concentré a été comblée par une augmentation de l'ingestion de la ration de base (ensilage + drèches) : 2,05 vs 1,81 kg MS par 100 kg PV. De ce fait, l'apport énergétique a été seulement très légèrement réduit (- 0,7 UFL) alors que l'apport azoté moyen était accru d'environ 125 g PDI. Avec l'ensilage de maïs au contraire, l'ingestion totale a été fortement réduite (2,49 vs 2,78 kg MS par 100 kg PV). En effet, bien que la quantité de concentré ait été diminuée, il n'y a pas eu de modifications de la consommation de la ration de base (2,15 kg/100 kg PV). De ce fait, l'apport énergétique a été considérablement diminué (-2,5 UFL) de même que l'apport azoté (- 200 g PDI)) lequel était nettement inférieur aux besoins des vaches.

- *n'a pas modifié de façon significative la production* bien que celle-ci ait été légèrement accrue d'environ 1 kg en présence des 2 ensilages ; la quantité de matières grasses et de protéines secrétées n'a pas été modifiée.

- *a correspondu à une diminution du taux butyreux dans le cas de l'ensilage d'herbe* : - 1,7 point, mais pas dans celui de l'ensilage de maïs. La teneur en protéines du lait n'a pas été altérée. La composition en acides gras du lait a été considérablement modifiée par la présence de drèches dans la ration : la proportion des acides gras longs à 18 atomes de C a été fortement accrue (40,6 p.100 vs 30,8 p.100) au dépens principalement de la proportion des acides gras ayant de 8 C à 16 C. De ce fait, la composition relative a été intermédiaire entre celle obtenue avec des régimes hivernaux classiques et celle obtenue avec l'alimentation à base d'herbe. Ceci peut provenir en partie de la grande richesse des drèches en matières grasses (tabl. 5).

- *a peu modifié les pertes de poids après vêlage ;* cependant, en accord avec les variations d'ingestion, ces pertes ont été légèrement accrues avec la ration ensilage de maïs + drèches et légèrement diminuées avec la ration ensilage d'herbe + drèches. Il faut remarquer en outre que les pertes de poids sont dans l'ensemble importantes : - 41 kg entre le début et la fin de l'essai.

TABLEAU 5

Proportions relatives des acides gras du lait
(poids p.100 - Essai II)

Nombre d'atomes de carbone (C) des acides	Régimes ensilages seuls (1)	Régimes ensilages + drèches (2)	Pâturage (3)
de 4 C à 12 C	18,5	17,8	16,5
14 C.....	14,1	11,5	10,8
16 C.....	33,8	27,9	23,2
18 C.....	30,8	40,6	45,8

(1) moyenne des 2 lots ensilage d'herbe et ensilage de maïs.
(2) moyenne des 2 lots ensilage d'herbe + drèches et ensilage de maïs = drèches
(3) moyenne des 4 lots, 3 semaines après la fin de l'essai.

TABLEAU 3

Ingestion journalière (1)

Essais	I - 1979			II - 1980			
Ensilages	Herbe	Maïs		Herbe		Maïs	
Quantité de drèches - kg	0	0	14	0	12	0	12
Nombre de vaches (2)	16	15	10	12	10	10	9
Quantités ingérées (kg MS)							
- ensilage d'herbe ou de maïs-urée	11,93	14,79	11,29	11,06	9,37	12,70	9,37
- drèches ensilées	-	-	3,26	-	2,78	-	2,72
- correcteur azoté	0,34	0,65	0,34	0,51	0,51	1,80	0,51
- concentrés production ou énergétique	4,15	2,01	2,59	4,73	3,15	1,74	1,28
- ration de base (kg MS) (3)	11,93	14,79	14,55	11,06	12,15	12,70	12,09
- ration totale (4)							
+ kg MS	16,62	17,65	17,68	16,50	15,99	16,44	14,08
+ kg MS/100 kg PV	2,87	3,02	3,06	2,70	2,68	2,78	2,49
Apports nutritifs							
- énergie UFL	13,88	15,57	15,60	14,60	13,92	15,02	12,50
- azote g PDI	1 438	1 492	1 814	1 691	1 818	1 692	1 497
Taux azoté MAT % MS	13,3	13,9	16,8	17,9	18,9	15,3	15,9

(1) moyenne des 18 (essai I) ou 12 (essai II) premières semaines de lactation.
(2) dans l'essai I, la mise en lots a été effectuée avec respectivement 16, 16 et 10 vaches.
(3) y compris les drèches.
(4) y compris 200 g de minéraux.

TABLEAU 4

Performances et bilans nutritifs (1)

Essais	I - 1979			II - 1980			
Ensilages	Herbe	Maïs		Herbe		Maïs	
Quantité de drèches - kg	0	0	14	0	12	0	12
Production et composition du lait (2)							
- lait brut (kg)	22,3 a	22,2 a	24,9 b	25,8	26,7	24,3	25,5
- lait 4 % (kg)	21,6 a	22,3 a	24,6 b	25,4	25,8	24,6	25,4
- matières grasses (g)	848 a	891 a	975 b	1 016	1 007	995	1 013
- matières protéiques (g)	681 a	691 a	784 b	821	837	778	822
- taux butyreux (°/oo)	38,0 a	40,4 b	39,5	39,3	37,6 a	40,6 b	40,4 b
- taux protéique(°/oo)	30,9 a	31,4 b	31,7 b	31,8	31,4 a	32,1	32,4 b
Poids							
- poids vif moyen (kg)	579	585	578	610	597	592	565
- variations de poids vif corrigées (kg) (3)	- 32,6	- 28,9	- 2,4	- 44,0	- 33,7	- 40,9	- 45,6
Bilans nutritifs							
- énergétiques UFL	- 0,27	+ 0,67	- 0,15	- 1,79	- 2,84	- 1,35	- 3,38
- azotés : g PDI	- 44	- 15	- 214	- 28	+ 115	+ 29	- 118

a, b : pour chaque essai, les traitements suivis de lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5 %.
(1) cf tableau 3
(2) valeurs ajustées par analyse de covariance sur les mêmes paramètres de la lactation précédente.
(3) en supposant un poids de contenu digestif de 4,5 kg par kg de MS ingérée ; variations entre la 1ère et 17ème (essai I) ou 12ème semaine (essai II).

TABLEAU 6

Valorisation énergétique des rations (1)

Essais	I - 1979			II - 1980			
Ensilages	Herbe	Maïs		Herbe		Maïs	
Quantité de drèches - kg	0	0	14	0	12	0	12
Production de lait 4 % effectivement permise par la ration de base (2) (3) kg	9,1	14,3	17,2	8,3	14,0	13,0	15,9
Valeur énergétique de la ration de base (2) UFL/kg MS - valorisation effective (3)	0,74	0,75	0,84	0,78	0,91	0,83	0,96

(1) cf tableau 3
(2) y compris les drèches
(3) calculée à partir des performances effectivement enregistrées et en ayant tenu compte des phénomènes d'associativité.

- Effets des drèches sur la valorisation des rations

La valorisation de la ration de base en terme d'énergie a été calculée à partir des besoins en UFL correspondant à l'entretien et aux performances (lait, variations de poids corrigées) réellement obtenues en soustrayant la part couverte par l'apport de concentré. Elle a été exprimée soit en UFL/kg MS de ration de base pour refléter l'influence de l'introduction des drèches sur l'efficacité de l'utilisation de l'énergie, soit en kg de lait assuré par l'énergie en plus de l'entretien auquel cas l'effet des drèches sur l'ingestion est également pris en compte. Les difficultés d'appréciation des variations de poids peuvent altérer légèrement la valeur absolue de ces estimations mais n'influencent que très peu la comparaison entre rations. Dans tous les cas, nous avons simultanément tenu compte des effets d'associativité.

Dans chacun des 3 cas, les drèches ont permis d'accroître la production de lait permis par la ration de base de 3 à près de 6 kg (cf. tabl. 6). Dans le 2e essai, cet effet n'est peut-être pas imputable entièrement aux drèches mais aussi en partie à la réduction du concentré, bien qu'avec le maïs, nous ayons vu que l'ingestion de la ration de base n'a pas été accrue.

La valorisation de la ration de base y compris les drèches en terme d'UFL/kg MS a été fortement accrue dans tous les cas par l'apport de drèches : de 0,10 à 0,14 UFL/kg MS. Les modifications auraient dû être très minimes puisque les ensilages d'herbe et de maïs utilisés avaient une valeur très proche de celle admise pour les drèches (0,85 UFL/kg MS).

Discussion - Conclusion

L'intérêt de l'emploi des drèches de brasserie dans la ration des vaches laitières est évident puisque outre une réduction de la teneur en azote du concentré, il a permis soit un accroissement important de la production (+ 2,3 kg de lait 4 p.100) lorsque la quantité de concentré n'était pas réduite, soit une économie importante de concentré (-1,7 kg MS) associée malgré tout à une légère amélioration de la production (0,6 kg lait 4 p.100). Ces résultats sont en accord avec ceux de DE BRABANDER *et al.* (1975) et de ORTH et KORDTS (1965).

Cet effet très marqué ne provient pas d'une augmentation de l'ingestion ni d'une mobilisation différente des réserves corporelles, mais plurôt d'une amélioration de l'efficacité d'utilisation de la ration de base : + 0,1 UFL/kg MS d'après les performances obtenues, ce qui est important. Il est possible que cette amélioration provienne d'un effet d'associativité positive entre les drèches et les autres fourrages dont une cause pourrait être l'amélioration de la nutrition azotée : faible dégradabilité dans le rumen des protéines des drèches (VERITE, DEMARQUILLY, 1978) et équilibre relativement satisfaisant des acides aminés qui les composent. L'utilisation métabolique des nutriments en serait améliorée. Toutefois, un effet direct au niveau digestif peut aussi exister : modification de l'activité microbienne et des fermentations et amélioration de la digestibilité du reste de la ration.

En accord avec d'autres auteurs (cf. DEMARQUILLY, 1979), l'emploi de drèches en quantité modérée n'a pas altéré la composition du lait ; la légère diminution du taux butyreux parfois enregistrée n'a en aucun cas été suffisante pour provoquer une diminution de la quantité de matières grasses sécrétées. De même, les drèches ne paraissent pas avoir eu de répercussions nettes sur les phénomènes de la reproduction (tabl. 7).

Un apport de drèches ensilées de 12 à 14 kg/j semble bien adapté pour les vaches laitières en début de lactation ; toutefois, quelques animaux ont fait des refus bien que les drèches aient été mélangées à l'ensilage d'herbe ou de maïs. On peut cependant se demander si l'effet bénéfique sur les

TABLEAU 7

Effet des drèches sur les paramètres de reproduction (1)

	Sans drèches	Avec drèches
Nombre de vaches mises à la reproduction (2)	31/37	24/29
Taux de réussite en 1ère insémination %	32	46
Taux de réussite après 1 retour %	48	67
Proportion de femelles gestantes %	84	92
Nombre d'inséminations par femelle gestante	2,2	2,0

(1) Résultats moyens des 2 essais sans tenir compte du lot herbe seul de l'essai I.
(2) Respectivement, 6 et 5 vaches n'ont pas été mises à la reproduction pour regrouper les vêlages.

performances est proportionnel ou non à la quantité de drèches apportées. Une expérimentation dans ce sens est actuellement en cours.

Bien que se rapprochant beaucoup des aliments concentrés par leur valeur nutritive et leurs conditions d'emploi (quantité limitée), les drèches ensilées doivent être considérées comme un fourrage si l'on se réfère à leur effet sur l'ingestion. En effet, elles ont un pouvoir d'encombrement élevé et se substituent en totalité aux ensilages d'herbe et de maïs. Toutefois elles présentent un intérêt indirect : la meilleure valorisation de l'énergie permet de réduire l'apport de concentré et doit accroître la consommation de ration de base. Ceci a été effectivement observé avec l'ensilage d'herbe mais non avec l'ensilage de maïs ; ce dernier résultat peut paraître étonnant et mérite confirmation bien qu'un effet défavorable sur l'ingestion totale ait déjà été observé par ailleurs (BRABANDER *et al.*, 1975 ; PORTER *et al.*, 1977).

D'un point de vue pratique, ces essais confirment que l'emploi en quantité modérée de drèches ensilées bien conservées permet d'augmenter d'au moins 3 kg la quantité de lait couverte par l'énergie de la ration de base. Simultanément la complémentation pourra le faire avec un seul concentré à faible teneur en azote (céréales par exemple), excepté pour les très fortes productrices (>30 kg) ou en début de lactation.

Références bibliographiques

BALZER G., BARBEZANT, FEGER R., SPINDLER F., 1971. Un aliment protéique mal utilisé en France : les drèches de brasserie. *Bull. Techn. Inf.*, 261, 603-622.

CHASE L.E., 1977. Brewer's grains, an old feed with a new future. *Proc. Cornel Nutr. Conf.*, 99-103.

DE BRABANDER D.L., AERTS J.V., BOUCQUE Ch.V., BUYSSE F.X., 1975. Alimentation des vaches laitières avec de l'ensilage de maïs. Quantités ingérées, production, influence de la hauteur de coupe du maïs et de la distribution d'un supplément de foin, d'urée ou de drèches de brasserie. *Revue de l'Agriculture,* 28, 593-624.

DEMARQUILLY C., 1979. Valeur nutritive et utilisation des drèches de brasserie. *Bull. Techn. Inf.*, 343.344, 389-393.

HODEN A., 1978. Rationnement au début de la lactation. Dans *"La Vache Laitière"*. Ed. INRA Publ., route de St-Cyr, 78000 Versailles, p.71.86.

MURDOCK F.R., HODGSON A.S., RILEY R.A., 1981. Nutritive value of wet brewers grains for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 64, 1826-1832.

ORTH A., KORDTS E., 1965. Effect of ensiled brewer's grains on quality of milk. Kielermilschwirtsch. *Forschungsber.*, 17, 231-246.

PARRASSIN P.R., HODEN A., JOURNET M., 1982. Ensilages d'herbe et de maïs pour les vaches laitières dans l'Est de la France. *Bull. Techn. CRZV THEIX,* INRA, 47.

PORTER R.M., ROGERS J.A., CONRAD H.R., 1977. Feed intake milk production and digestibility in cows fed dried, rewetled and wet brewer's. *J. Dairy Sci.*, 60, suppl. 1, 142-143 A.

VERITE R., DEMARQUILLY C., 1978. Qualité des matières azotées des aliments pour ruminants. Dans *"La Vache Laitière"*. Ed. INRA Publ., route de St-Cyr, 78000 Versailles, p. 143-157.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (47) 33-36

Ensilages d'herbe et de maïs pour les vaches laitières dans l'Est de la France

P.R. PARRASSIN*, A. HODEN** et M. JOURNET**
Avec la collaboration de C. BAZARD* et B. MARQUIS**

**Domaine Expérimental INRA SAD - 88500 Mirecourt*
***Station de Recherches sur la Vache Laitière - INRA St-Gilles - 35590 L'Hermitage*

En complément des nombreuses études réalisées à Theix, nous avons présenté récemment (PARRASSIN *et al.*, 1979) dans cette même revue, les résultats d'une comparaison (3 essais) entre des ensilages d'herbe et de maïs et de leur association réalisée au Domaine INRA de Mirecourt. Deux autres essais du même type ont été effectués durant les hivers 1979 et 1980, en ce même lieu, à l'occasion d'expérimentations portant sur l'utilisation des drèches (PARRASSIN *et al.*, 1982). Notre objectif est de présenter les résultats obtenus dans le cadre de ces essais et surtout de les analyser globalement avec les autres données observées à Mirecourt.

Conditions expérimentales

Les principales conditions expérimentales de ces essais sont rapportées dans l'article précédent (tabl. 1) de ce même numéro. Nous n'indiquerons donc que les données ayant spécifiquement trait aux ensilages. Ceux-ci étaient de qualité moyenne à bonne comme on peut en juger par les principales caractéristiques fermentaires présentées au tableau A. Les ensilages d'herbe avaient été récoltés entre le début de l'épiaison et l'épiaison (1er cycle) et un conservateur efficace avait été ajouté. Au cours de chaque essai, deux ensilages d'herbe ont été utilisés successivement car les capacités des silos étaient insuffisantes. Les ensilages de maïs avaient été réalisés au stade ''pâteux'' (29,6 p. 100 MS en moyenne) et contenaient des proportions normales de grain (39 à 45 p.100 de la MS). Tous ces ensilages ont été offerts à volonté et la complémentation a été réalisée en tenant compte des caractéristiques (stade de récolte, teneur en MS...) de chacun des fourrages.

Les traitements expérimentaux, les caractéristiques des aliments et les résultats zootechniques des 2 essais réalisés en 1979 et en 1980 sont présentés aux tableaux 1 à 6 de l'article précédent de ce numéro.

Résultats des essais réalisés en 1979 et 1980

- Quantités ingérées (tabl, 3)

En 1979, la consommation d'ensilage de maïs a été supérieure de près de 3 kg MS par rapport à l'herbe (14,79 contre 11,93 kg MS) mais avec simultanément un apport plus réduit d'aliment concentré d'environ 1,8 kg MS (2,66 contre 4,49 kg MS). Le niveau d'ingestion observé (2,53 kg MS p.100 PV) a été exceptionnel pour un ensilage de maïs à 28 p.100 de MS ; ceci est vraisemblablement à relier à son excellente qualité de conservation. Dans ces conditions, le niveau d'ingestion de la ration totale a été supérieur d'environ 1 kg MS avec le maïs (17,6 contre 16,6 kg de MS, soit 3,02 contre 2,87 kg de MS p.100 kg PV).

En revanche, en 1980, avec des niveaux de consommation plus réduits, en particulier pour l'ensilage de maïs (2,15 kg MS p.100 kg PV), les compensations ont pratiquement été totales entre les ensilages et les concentrés (elles ont porté sur 1,7 kg MS environ), de sorte que les niveaux d'ingestion de la ration totale sont comparables (2,7 à 2,8 kg MS p.100 kg PV). Ils sont par ailleurs relativement faibles compte tenu des niveaux de production observés (INRA, 1978).

Les changements d'ensilage d'herbe qui ont eu lieu en moyenne à la 9e semaine de la lactation n'ont pratiquement pas eu d'effet sur l'ingestion de la ration de base compte tenu de l'influence du stade de lactation sur la capacité d'ingestion des vaches à cette période (+ 0,5 kg MS d'ensilage d'herbe entre les 3 semaines qui ont précédé et les 3 semaines qui ont suivi ce changement).

- Production et composition du lait - variations du poids vif (tabl. 4)

Les productions (lait brut, lait 4 p.100 de MG, matières grasses et protéines) obtenues dans les 2 essais ne sont pas

TABLEAU A

Principales caractéristiques de conservation et fermentaires des ensilages (1)

Essais et aliments	Teneur en M.S. p. 100	pH	N soluble % N total	A.G.V. - g/kg MS			Alcools g/kg MS
				C2	C3	C4 + iso C4	
ESSAI I - 1979							
Ensilage maïs-urée (2)	28,3	3,8	69,0	17,8	0,1	0,7	5,9
Ensilage d'herbe 1 (2)	21,4	3,8	48,2	16,2	0,9	4,3	4,8
Ensilage d'herbe 2	26,7	4,3	58,2	14,5	1,5	13,1	4,5
ESSAI II - 1980							
Ensilage maïs-urée (2)	28,0	4,0	66,0	20,8	0,7	0,3	1,6
Ensilage d'herbe 1 (2)	24,8	4,1	51,4	30,7	0,7	7,2	9,2
Ensilage d'herbe 2	20,6	4,3	54,5	41,0	4,3	4,9	13,2

(1) Pour les autres caractéristiques, voir tableau 2 de l'article précédent sur les drèches, dans ce même numéro.

(2) Ensilages d'herbe de prairies naturelles récoltées entre le début de l'épiaison et l'épiaison.

significativement différentes entre les ensilages d'herbe et de maïs bien que les vaches à l'ensilage d'herbe de l'essai 2 aient produit 1,5 kg de lait et 0,8 kg de lait 4 p.100 de plus que celles au maïs. Le lait des vaches au maïs de l'essai 1 est en revanche significativement plus ''riche'' que celui des vaches à l'herbe (+ 2,4 points de taux butyreux et + 0,5 point de taux de protéines).

Les pertes de poids vif corrigées pour les variations de contenus digestifs ont été comparables entre les 2 types d'ensilages : environ 30 kg dans l'essai 1 (en 17 semaines) et plus de 40 kg (en 11 semaines) dans l'essai 2.

- **Niveaux des apports - efficacité des rations** (tabl. 4 et 6)

En moyenne, les apports énergétiques ont été corrects dans l'essai 1, et par contre déficitaires (- 1,5 UFL/j) dans l'essai 2 par rapport aux recommandations alimentaires INRA (1978). Les productions de lait permises par les ensilages seuls, selon la même méthode que celle présentée dans l'article précédent de ce même bulletin seraient plus faibles d'environ 5 kg de lait 4 p.100 par jour avec l'herbe par rapport au maïs.

Discussion - Conclusion portant sur l'ensemble des essais réalisés

Nous avons rassemblé tous les résultats des essais réalisés au Domaine INRA de Mirecourt sur ce thème dans le tableau B. De cet ensemble de données portant à la fois sur des vaches en phase décroissante de la production (PARRASSIN *et al.*, 1979) et en début de la lactation (essais de 1979 et 1980), nous pouvons dégager les points suivants :

- Les résultats obtenus aussi bien sur les ensilages d'herbe que de maïs confirment ceux observés classiquement. Dans les conditions de Mirecourt, les ensilages d'herbe de prairie permanente essentiellement, récoltés entre le début de l'épiaison et l'épiaison permettent en moyenne de couvrir 8 kg de lait 4 p.100 par jour, en sus de l'entretien. Mais ce niveau de production peut varier dans de larges mesures en raison surtout du stade de récolte. Pour l'ensilage effectué à la pleine épiaison (essai III de PARRASSIN *et al.*, 1979), la production permise n'a été que de quelques kilos de lait tandis que le ray-grass

TABLEAU B

Principaux résultats obtenus sur l'utilisation des ensilages d'herbe et de maïs à Mirecourt

-Moyenne et (extrêmes) de 5 essais (1) -

Ensilages	Herbe	Maïs
Durée des essais - semaines.....	7 à 18	
Stade de lactation en début d'essai.....	vêlage à 90 jours	
Nombre de vaches.....	61	59
Quantités ingérées - kg MS		
- ensilages.....	11,67 *(10,41 - 13,84)*	13,21 *(11,83 - 14,79)*
- ensilages p. 100 PV.....	2,00	2,28
- concentrés.....	4,22 *(1,73 - 6,37)*	3,01 *(1,82 - 3,66)*
- ration totale p. 100 PV.....	2,77 *(2,54 - 2,99)*	2,85 *(2,67 - 3,02)*
Production et composition du lait		
- lait - kg.....	20,2 *(16,6 - 25,8)*	20,0 *(17,5 - 24,3)*
- lait 4 % - kg.....	19,5 *(15,4 - 25,4)*	20,0 *(17,2 - 24,6)*
- taux butyreux - g °/₀₀.....	37,7 *(35,2 - 40,1)*	40,0 *(36,4 - 42,7)*
- taux protéines - g °/₀₀.....	30,8	31,1
Poids vif - kg.....	581	580
Variation de poids vif - g/j.....	- 256 *(0 à - 571)*	- 148 *(+ 34 à - 571)*
Bilans nutritifs (apports - besoins)		
- énergie - UFL.....	- 0,64 *(- 1,79 à - 0,20)*	+ 0,65 *(- 1,35 à + 1,48)*
- PDI - g.....	+ 16 *(- 44 à + 73)*	+ 7 *(- 57 à + 29)*
Lait permis par les ensilages - kg 4 % - (2).....	8,0 *(1,5 - 13,6)*	12,1 *(10,2 - 14,2)*

(1) 3 essais en milieu de lactation (PARRASSIN et al., 1979) et 2 essais, 1979 et 1980

(2) Estimé à partir des performances réalisées par les animaux

italien récolté à la montaison a permis près de 14 kg de lait par jour.

Les ensilages de maïs ont assuré une production moyenne de 12 kg de lait 4 p.100 par jour pour une teneur en matière sèche moyenne de la plante entière de 28 p.100 et les variations ont été moins importantes qu'avec l'ensilage d'herbe. Les niveaux de production n'ont varié que de 10 kg de lait 4 p.100 pour un ensilage immature (23 p.100 MS) à 14 kg environ pour un maïs d'excellente qualité.

Les ensilages de maïs récoltés au stade pâteux (28-30 p. 100 MS) permettent donc d'assurer en moyenne 4 kg de lait en supplément par vache et par jour que les ensilages d'herbe récoltés à l'épiaison et conservés correctement (coupe fine + conservateur).

- Dans certains essais (en 1980, en particulier), nous avons observé comme VERITE et JOURNET (1971) une meilleure ''valeur laitière'' de l'ensilage d'herbe par rapport au maïs qui s'est traduite, pour des niveaux d'apports énergétiques comparables, par une production de lait supérieure (1,5 kg lait brut). En revanche, les vaches à l'ensilage de maïs ont produit systématiquement un lait plus riche (+ 2,3 points de taux butyreux) et ont eu tendance à moins mobiliser leurs réserves en début de lactation ou à les reconstituer plus facilement en milieu de lactation que les vaches à l'herbe.

Références bibliographiques

I.N.R.A., 1978. *Alimentation des Ruminants.* Ed. INRA Publ., Route de St-Cyr, 78000 Versailles.

PARRASSIN P.R., HODEN A., JOURNET M., 1979. Utilisation comparée des ensilages d'herbe et des ensilages de maïs par les vaches laitières. *Bull. Techn. CRZV THEIX;* INRA, **38**, 35-42.

PARRASSIN P.R., VERITE R., HODEN A., 1982. Utilisation des drèches de brasserie ensilées par les vaches laitières. *Bull. Techn. CRZV THEIX,* INRA, **47**.

VERITE R., JOURNET M., 1971. Utilisation comparée de l'ensilage de maïs et de l'ensilage d'herbe pour la production laitière. *Ann Zootech.,* **20**, 153-167.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (47) 37-45

Comment obtenir des veaux résistants

C. DARDILLAT

Laboratoire de la Digestion des Ruminants

Dans les différentes espèces animales domestiques, les taux de mortalité des nouveau-nés se situent entre 5 et 30 p.100. Ce taux varie de 8 à 20 p.100 chez le veau au niveau d'une région ou d'un pays. La mortalité a jusqu'à présent peu régressé malgré les progrès des traitements. Par contre, dans l'espèce humaine, les taux de mortalité supérieurs à 5 p.100 observés chez nous il y a un siècle, ou encore actuellement dans les pays en voie de développement, ont été réduits à moins de 0,5 p.100 dans l'ensemble des pays développés. Ce succès est surtout attribué à l'amélioration de l'hygiène, à la qualité des soins en maternité au moment de l'accouchement, à la surveillance médicale de la grossesse. Il apparait ainsi que la compétence et

TABLEAU 1

Taux de mortalité après l'application des protocoles

- Surveillance, intervention au vêlage
- Soins aux veaux, administration de pool de colostrum à 2 heures (par tétée ou par sondage) (1).

	Etable laitière	Etable allaitante	
	(hiver 79-80)	1980	1981
Mortinatalité			
Surveillance, intervention au vêlage	0/36	0/51	0/31
Autres naissances	7/78 (2)	11/88	0/99 (3)
Mortalité de 0 à 1 mois			
Soins aux veaux, administration de pool de colostrum à 2 heures	0/85	2/51	0/20
Autres veaux	1/55	7/77	3/115 (3)

Dans l'étable allaitante les taux de mortalité étaient dans le passé de 20 à 30 p.100 : en 1979 20 p.100 sur la totalité du troupeau et 24 p.100 sur les veaux frères de ceux étudiés en 1980 (issus des mêmes mères).

(1) Les veaux transportés ayant subi des interventions chirurgicales dans un but expérimental sont exclus.

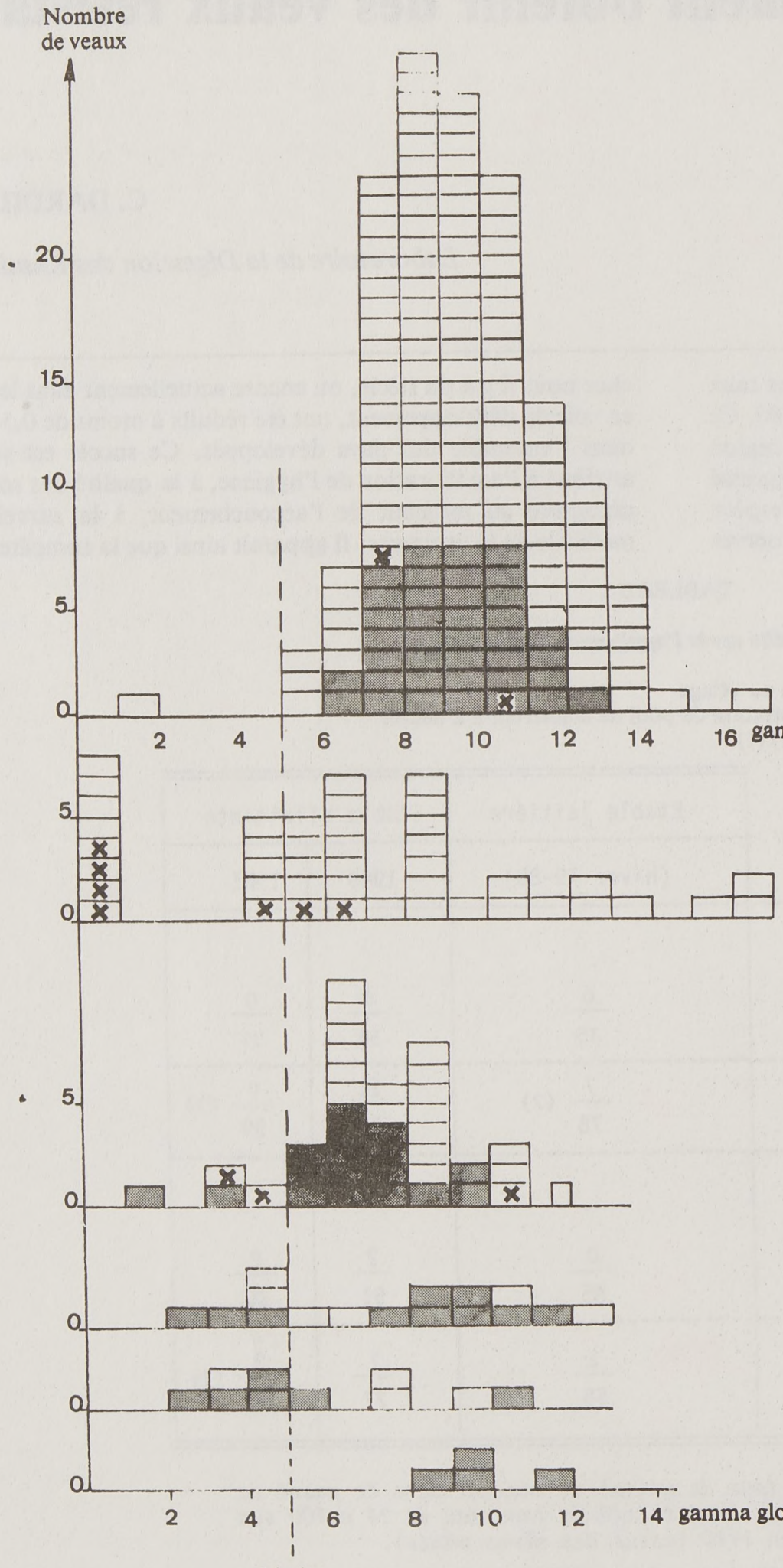
(2) Une part de la mortalité est observée dans un lot de primipares de deux ans entièrement compris dans ce groupe.

(3) La diminution des taux de mortalité en 1981 peut être attribuée à la généralisation à tout le troupeau des principaux soins effectués sur les veaux soumis au protocole.

TABLEAU 2

Répartition des veaux en fonction de leur gamma globulinémie à 48 heures*

Dans l'expérience effectuée sur le terrain 1 les cas d'hypo-globulinémie sont quasi absents et les veaux alimentés par sondage (rectangles noirs) n'ont pas un taux différent de ceux alimentés au biberon (rectangles blancs). On observe des cas d'hypo-globulinémie, parfois avec mortalité (croix) sur les témoins (2), sur les veaux alimentés à deux heures mais ayant subi un stress consécutif aux interventions (3), sur les veaux alimentés à 5 heures (4, 5). Le retard à la prise de nourriture en 2 et le retard à la vidange gastrique (3, 4, 5), semblent responsables des cas d'hypo-globulinémie. Inversement, l'administration de sérocolostrum dans le duodénum (6), entre 5 et 7 heures, malgré le stress opératoire et l'hypothermie n'entraîne pas d'hypo-globulinémie.



1 administration de pool de colostrum à 2 heures. habitat et soins satisfaisants.

2 heure du repas et quantité consommée inconnues (mêmes élevages que 1)

3 administration de pool de colostrum à 2 heures stress dû au transport et aux conditions expérimentales.

4 administration de pool de colostrum à 5 heures.

5 idem + intervention chirurgicale.

6 sérocolostrum perfusé dans l'intestin.

*dosage : protéinémie par réfractométrie et électrophorèse des protéines sur acétate de cellulose.

la qualité des soins hygiéniques ou alimentaires et les conditions d'environnement dont bénéficient actuellement les mères et leurs bébés, rendent l'enfant plus résistant aux maladies. Cette *''résistance''* acquise par un ''bon environnement'' explique également pourquoi des maladies comme le choléra et même la tuberculose chez les adultes n'entrainent pas ou peu de mortalité actuellement dans les pays développés.

Il apparait donc intéressant d'appliquer aux différentes espèces animales le même raisonnement que celui qui a conduit à diminuer radicalement la mortalité infantile. Il faut cependant souligner que les soins à apporter à une espèce animale doivent être économiquement rentables, et contrairement à ce qui se fait pour le nourrisson, il faut choisir et se limiter aux soins les plus efficaces.

Au cours des dix dernières années, on a pu préciser que l'acquisition de l'immunité par l'ingestion précoce du premier lait maternel ou colostrum est un des éléments essentiels de la résistance du veau nouveau-né. Le mécanisme est comparable chez les ruminants, le porc et le cheval, mais différent chez l'Homme. A partir de l'ensemble des acquisitions récentes et d'observations personnelles effectuées au cours d'une expérimentation portant sur plus de 200 vêlages (tabl. 1), nous essaierons de définir les moyens que l'on peut actuellement mettre en oeuvre pour obtenir des veaux résistants. Dans une première partie, nous présenterons les différents ''défauts'' de vitalité ou de résistance du veau, comment ils s'enchaînent et s'additionnent et quelles peuvent être leurs conséquences ; puis nous examinerons les causes de ces défauts de vitalité afin de pouvoir, dans une première partie, présenter les moyens, à la portée de l'éleveur, pour obtenir des veaux résistants et enregistrer une mortalité inférieure à 5 p.100.

I - Principaux défauts de vitalité

Le passage de la vie intra-utérine à la vie aérienne demande une adaptation rapide de la physiologie du nouveau-né. Le veau qui ne peut résister à l'asphyxie plus de cinq minutes doit donc *immédiatement respirer* ; son métabolisme doit s'accroître très rapidement afin de pouvoir *maintenir sa température*, en particulier pendant les deux à quatre heures qui suivent sa naissance et au cours desquelles son pelage est mouillé. Il doit *rapidement s'alimenter*, d'une part pour satisfaire ses besoins énergétiques, d'autre part pour *acquérir une protection immunitaire.*

1 - Insuffisance respiratoire

Parmi les 200 veaux étudiés, 14 p.100 ne respiraient pas spontanément dans les secondes qui suivent la naissance et ont dû être réanimés par massage thoracique, suspension par les membres postérieurs... Dans 5 p.100 des cas, souvent après des manoeuvres de réanimation, la fonction respiratoire est demeurée insuffisante et nous avons pu porter un diagnostic d'anoxie c'est-à-dire d'insuffisance d'apport d'oxygène. Ce diagnostic s'est appuyé sur l'examen clinique (respiration faible et irrégulière, immobilité de l'animal) et a pu être vérifié par la mesure du pH sanguin dont la valeur était inférieure à 7,2 (la normale est comprise entre 7,3 et 7,4) et par l'efficacité immédiate d'un traitement à l'oxygène.

Quand elles ne sont pas corrigées, ces insuffisances respiratoires, peuvent rapidement entraîner la mort de l'animal. En cas de survie, l'anoxie a pour conséquence un métabolisme réduit et l'animal se refroidit ; si la température rectale s'abaisse au-dessous de 34°C (au cours des premières 24 heures), la mort est pratiquement inévitable. Si l'hypothermie n'est que passagère, elle a des conséquences graves sur les plans digestif et immunitaire que nous étudierons ultérieurement.

2 - Chûte de la température corporelle

A l'âge de deux heures, 20 p.100 des veaux ont présenté une chute de température rectale supérieure à 1,5°C (température inférieure à 37,5°C). Au cours d'une expérimentation réalisée au Laboratoire d'Etude du Métabolisme Energétique, nous avons pu vérifier, sur une dizaine de veaux placés en chambre respiratoire, que cette hypothermie était bien associée à un métabolisme réduit (consommation d'oxygène et production de gaz carbonique très inférieures à la normale). Cette hypothermie s'accompagne d'une activité musculaire réduite de l'animal, qui refuse de se lever et, généralement aussi de s'alimenter.

3 - Manque d'appétit

Au cours de l'expérience que nous avons effectuée, 50 p.100 des veaux ont refusé de boire tout ou partie de la quantité de colostrum proposée à l'âge de deux heures (correspondant à 5 p.100 de leur poids), et 30 p.100 d'entre-eux ont totalement refusé de téter. Nous avons alors pallié ces insuffisances en administrant le colostrum à ces animaux par sondage oesophagien. Pour tous les veaux placés dans un environnement convenable (boxe avec litière de paille, à proximité de l'étable), ce manque d'appétit et l'administration forcée de colostrum n'ont pas eu de conséquence défavorable sur l'absorption de gammaglobulines (tabl. 2). Par contre, si l'administration du repas est différée jusqu'à l'âge de 5 heures, l'inappétence et l'hypothermie, sont souvent suivies d'un retard de la vidange gastrique et d'une absorption insuffisante. De même dans des conditions expérimentales particulières (transport, opération) entraînant hypothermie et absence d'appétit, des conséquences identiques, ont pu être observées malgré l'administration forcée du repas à 2 heures.

Nous avons observé que la prise de nourriture précoce (à deux heures) volontaire ou forcée (sondage oesophagien), est pratiquement toujours suivie d'une remontée de la température. L'hypothermie prononcée (de 37 à 35°C) souvent observée dans les élevages chez des veaux non nourris, vers 8 à 14 heures après la naissance, serait donc consécutive ou du moins aggravée par le manque d'appétit du veau.

4 - Insuffisances immunitaires

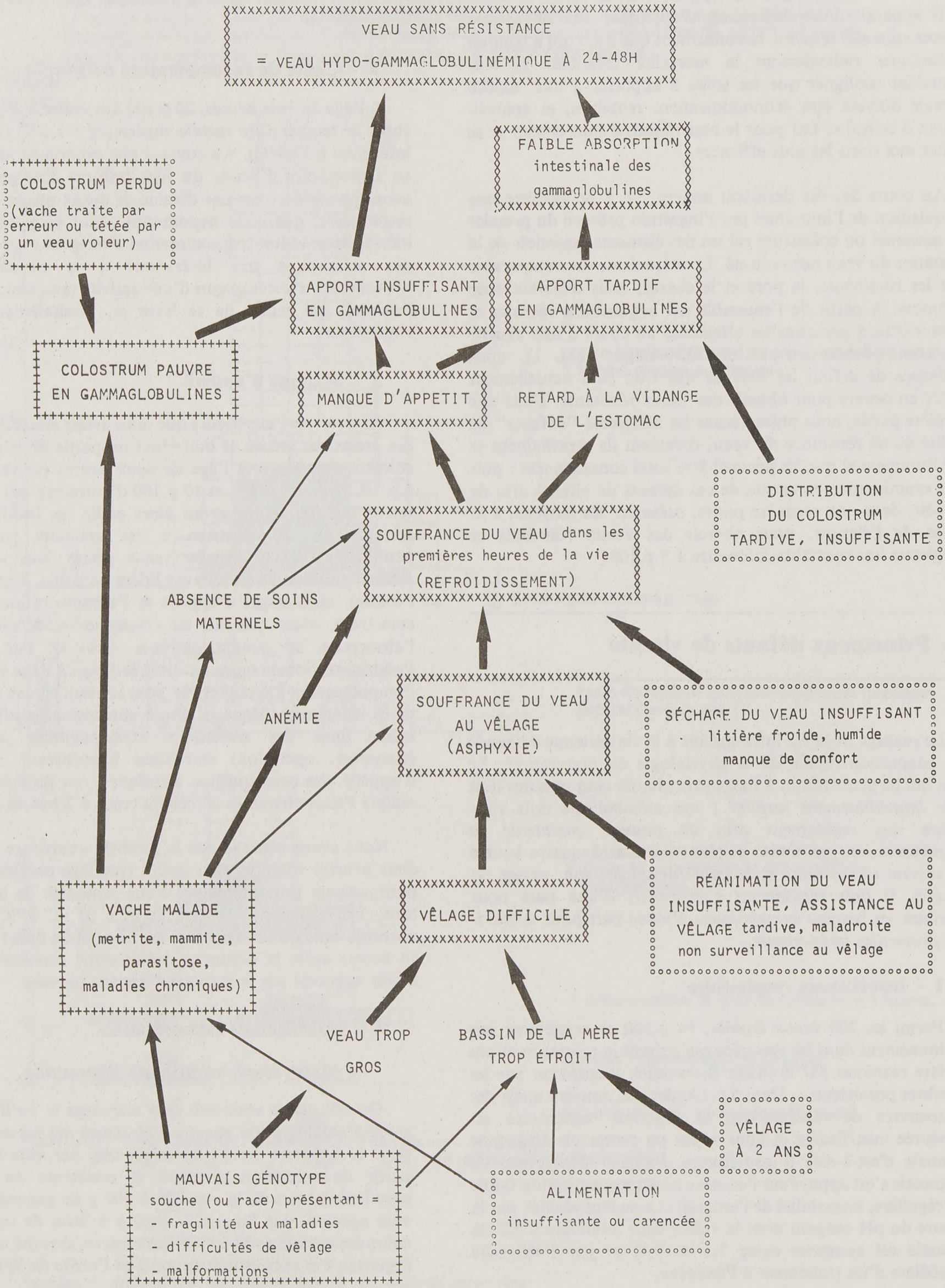
- *Aspects quantitatifs de l'immunité*

On sait que le veau nait sans anticorps et qu'il acquiert le stock d'anticorps (ou gamma-globulines) qui lui est nécessaire pour se défendre contre les infections, par voie digestive, à partir du colostrum maternel et seulement au cours des premières heures de la vie. 200 à 400 g de gamma-globulines sont apportés par l'ingestion de 2 à 6 litres de colostrum au cours des premières 24 heures. Le veau en absorbe une quantité importante et se constitue un stock de l'ordre de 50 ou 100 g de

TABLEAU 3

Principaux facteurs responsables d'un manque de résistance du veau

L'hypo-gamma-globulinémie, cause essentielle d'un manque de résistance des veaux résulte d'un enchaînement de défauts de vitalité (au centre xxxx), qui ont pour origine des facteurs maternels (à gauche + + + +) et des facteurs liés à une insuffisance des soins donnés par l'éleveur (à droite °°°°).



gamma-globulines, répartie dans le plasma sanguin, la lymphe et la muqueuse intestinale*. Nous nous sommes placés dans des conditions expérimentales qui ont permis à tous les veaux d'acquérir un taux normal en gamma-globulines (cf. tabl. 2). Par contre dans les élevages (de même que sur nos veaux témoins) les cas d'hypo-gamma-globulinémie sont fréquents : 10 à 50 p.100 des veaux présentent à l'âge de 24 heures, des taux de gamma-globulines plasmatiques insuffisants (KRUSE, 1970 ; BRIGNOLE et STOTT, 1980). En plus d'un apport colostral insuffisant en quantité ou en concentration, une cause de l'hypo-gamma-globulinémie est le retard à l'absorption des gamma-globulines car la capacité de l'intestin à les absorber décroit rapidement avec l'âge (presque linéairement entre 0 et 24 $\pm$ 8 heures) (STOTT *et al.,* 1979). Le délai entre la naissance et la première tétée n'est pas la seule cause de ce retard. Nous avons montré, dans un travail antérieur, que des retards à la vidange gastrique (fréquemment observés après un repas à l'âge de 5 heures) entraînaient une hypo-gamma-globulinémie.

Par contre nous n'avons jamais observé d'incapacité intestinale à l'absorption lorsque les gamma-globulines étaient arrivées dans cet organe avant l'âge de 6 heures.

Les défauts de résistance décrits précédemment ont tous pour conséquence le manque d'appétit et entrainent l'insuffisance quantitative ou le retard de l'apport des gamma-globulines au niveau intestinal qui constituent les deux seules causes parfaitement démontrées actuellement d'hypo-gamma-globulinémie à l'âge de 24-48 heures. (KRUSE, 1970 ; FISHER, 1980).

Les conséquences de cette hypo-gamma-globulinémie sont désormais bien connues :

- résistance aux maladies très abaissée : le taux de mortalité qui est inférieur à 5 p.100 chez les veaux normaux gamma-globulinémiques se situe entre 10 et 40 p.100 chez les animaux hypo-gamma-globulinémiques. De même, la morbidité est plus sévère en raison d'une gravité et d'une durée des maladies toujours plus grandes chez les veaux hypo-gamma-globulinémiques. Si, au sein d'un même élevage, le nombre de veaux malades parmi les veaux hypo-gamma-globulinémiques et parmi les veaux normaux n'est souvent pas différent, le nombre de veaux malades est toujours plus important dans les élevages où il y a une grande fréquence de veaux hypo-gamma-globulinémiques que dans les élevages où les veaux hypo-gamma-globulinémiques sont rares (DARDILLAT, 1974 ; FALLON, 1978) ;

- efficacité souvent nulle des traitements (BUNTAIN et SELMAN, 1980) ;
- abaissement de la résistance aux maladies respiratoires entre les âges de un et six mois, signalé par certains auteurs (MEYERHOLZ, 1981).

Dans l'expérimentation effectuée l'absence de cas d'hypo-gamma-globulinémie s'est accompagnée d'une mortalité et d'une morbidité très réduite (voir tabl. 2).

---

* Des chiffres précis ne peuvent être donnés que pour la concentration plasmatique en gamma globulines et à condition de préciser la méthode de dosage : veaux normaux 10 g/l (électrophorèse), 15 ou 20 g/l (méthode immunologique) ; veaux hypo-gammaglobulinémiques : $<$ à 5 g/l (électrophorèse), $<$ 10 g/l (méthode immunologique).

Bien que la présence de la mère (en race laitière) favorise l'acquisition d'un taux élevé de gamma-globulines par le veau, de nombreux veaux laissés sous leur mère ne tètent pas dans les 12 premières heures et les cas d'hypo-gamma-globulinémie (10 à 50 p.100) sont souvent plus fréquents que si le veau, séparé de sa mère, est alimenté au biberon (BRIGNOLE et STOTT, 1980 ; BARBER, 1979 ; LOGAN, 1981). Ils sont à peu près de même fréquence chez les troupeaux allaitants que chez les troupeaux laitiers (DARDILLAT *et al.,* 1978).

- *Aspects qualitatifs de l'immunité*

Il est à priori nécessaire que le colostrum contienne des anticorps spécifiques contre l'ensemble des infections néonatales. Mais ceci est pratiquement impossible. C'est la raison pour laquelle on recommande de ne pas introduire dans l'exploitation des animaux étrangers qui pourraient être porteurs de germes infectieux contre lesquels les mères ne seraient pas immunisées. Une autre solution consiste à vacciner les mères contre les germes les plus virulents (colibacille K99, virus...). Mais ces derniers sont nombreux et il y aurait peu d'espoir selon TZIPORI, 1981, que l'emploi de vaccins diminue sensiblement les pertes par diarrhée. Il faut aussi souligner que la spécificité immunitaire n'est vraisemblablement pas le facteur le plus important pour éviter les pertes par mortalité : en effet, on n'observe pratiquement jamais d'épidémie grave chez les veaux bien pourvus en gamma-globulines. Par ailleurs, l'administration, à des veaux placés dans un milieu où la pathologie est importante, d'une quantité suffisante de colostrum, même s'il provient d'un autre troupeau où la pathologie est faible, permet une protection tout à fait satisfaisante.

II - Causes des défauts de résistance

Les causes de ces défauts de résistance procèdent de facteurs liés à l'animal et des facteurs liés au milieu (tabl. 3). Une étude bibliographique effectuée par MORNET et QUINCHON, 1977, rassemble les principaux travaux publiés à cette date.

1 - Difficultés de vêlage

Les difficultés de vêlage : excès de volume, mauvaise position du foetus, torsion utérine, non dilatation etc... constituent la cause la plus évidente et la plus fréquente de défauts de vitalité (MENISSIER, 1978). Au cours des 200 vêlages étudiés, nous avons observé que les 2/3 des veaux présentant un défaut de vitalité provenaient d'un vêlage difficile. Les difficultés de vêlage sont surtout fréquentes chez les primipares, en particulier chez les génisses qui vêlent à deux ans, où elles peuvent atteindre 100 p.100. Elles sont plus fréquentes lors de naissance gémellaire. Elles sont évidemment liées à la fois aux génotypes maternel et paternel, et certaines races comme la Charolaise sont particulièrement affectées. Il faut mentionner que contrairement à une opinion fréquente, la sous-alimentation chez les bovins n'a pas ou n'a que peu d'effet sur la taille du foetus ; par contre, elle peut avoir des effets catastrophiques chez les jeunes mères de 2 ans, qui présentent alors un retard de croissance et des difficultés de vêlage par défaut de complet développement du bassin.

2 - Particularités ou anomalies de la gestion ou du veau

- Prématurité et gémellarité

Dans le cadre de nos observations, nous avons dénombré 14 p.100 de veaux prématurés (5 jours ou plus par rapport à la moyenne du troupeau). Cette prématurité fréquemment liée à la production de jumeaux est souvent suivie de troubles métaboliques : asthénie (faible activité dans 30 p.100 des cas), hypothermie (37 p.100 des cas).

-Poids du veau

Les taux de mortalité sont plus élevés chez les veaux de poids trop faible ou au contraire excessif (MENISSIER, 1979).

- Anémie du veau nouveau-né

Parmi les veaux observés, 6 p.100 présentaient un hématocrite (concentration en globules rouges dans le sang) inférieur à 30 p.100 à la naissance ou à 20 p.100 au bout de 48 heures (les valeurs normales se situent respectivement entre 35 et 50 p.100 et entre 25 et 35 p.100. Ces anémies ont été suivies d'anoxies et d'hypothermies chez la moitié des animaux et de troubles respiratoires jusqu'à l'âge d'environ quatre jours pour 30 p.100 d'entre eux. La cause de cette dyspnée a pu être vérifiée par l'efficacité dhérapeutique d'une transfusion sanguine (0,5 l) pratiquée vers l'âge de 2 jours. La cause de l'anémie n'était pas l'hémorragie placentaire ou ombilicale qui peut être parfois observée sur des veaux, mais bien d'origine gestationnelle. Une anémie de la mère d'origine parasitaire est fréquente et cette hypothèse est à envisager également pour expliquer l'anémie du nouveau-né. Une origine nutritionnelle n'est pas non plus à exclure, notamment des carences en minéraux.

- Malformations héréditaires

Nous avons observé cinq cas de malformations osseuse ou cardiaque (soit 2,5 p.100 dont trois mortelles et un cas d'hypothyroïdie (sur 50 veaux étudiés par BARLET) qui a présenté tous les défauts de vitalité précédemment mentionnés.

3 - Autres facteurs

- Pauvreté du colostrum en gamma globulines

Les taux de mortinatalité, de mortalité et la gamma-globulinémie des veaux sont en relation avec la richesse du colostrum en gamma globulines (KRUSE, 1970 ; J. DARDILLAT, 1974 ; HALLIDAY, 1979). La qualité du colostrum est un facteur répétable d'une année sur l'autre et transmissible à la descendance. Des accidents pathologiques infectieux sur la mère sont associés à une production de colostrum pauvre en gamma-globulines (J. DARDILLAT *et al.*, 1978). Dans l'expérience que nous avons effectuée, 39 p.100 des cas de prématurité étaient associés à un colostrum pauvre en gamma-globulines contre 17 p.100 dans le cas des vêlages à terme et 28 p.100 des primipares avaient un colostrum pauvre contre 18,6 p.100 chez les multipares. Si un colostrum mammiteux, riche en germes éventuellement pathogènes, et généralement pauvre en gamma-globulines, présente un danger pour le veau, l'opinion selon laquelle des colostrums (non mamiteux) seraient toxiques pour le veau est erronée.

- Alimentation des mères

Des taux de mortalité élevés et une morbidité accrue sont fréquemment observés dans les élevages où les vaches sont mal nourries. Cependant, les preuves expérimentales de l'effet d'une sous-alimentation modérée sur la mortalité périnatale sont quasi absentes, probablement parce que ce facteur est masqué par d'autres plus importants tels que la compétence de l'éleveur ou la pathologie des mères. Signalons que chez la brebis l'instinct maternel est étroitement corrélé avec le niveau nutritionnel de la mère. Cet instinct maternel est très important pour le veau lorsque celui-ci est laissé avec sa mère. La vitesse de séchage, la vitalité et l'appétit du veau sont augmentés.

- Facteurs héréditaires

Il est d'observation courante que certains taureaux ont une descendance particulièrement sujette à la mortalité néo-natale. De même, quelques éleveurs ont su se constituer par sélection des élevages avec un taux réduit de pertes néo-natales. La répétabilité de la qualité du colostrum d'une année sur l'autre et la transmission de ce caractère de la mère à la fille peut s'expliquer par une aptitude héréditaire. Dans l'expérience effectuée, nous n'avons pas observé de différences de vitalité entre les races Holstein, Salers ou croisés Salers-Aubrac-Limousins. Par contre, nous avons observé une fréquence de défauts de vitalité beaucoup plus élevée dans le groupe des veaux Charolais. Ce résultat ne peut évidemment pas qualifier la race dans son ensemble ; il montre simplement qu'il peut exister des souches d'animaux fragiles, c'est notamment le cas des souches comportant une fréquence élevée de sujets culards.

- Facteurs liés à la compétence de l'éleveur

Il est démontré que la mortalité des veaux est également liée à la qualité des soins donnés aux veaux. Celle-ci dépend de la personne qui s'occupe du vêlage et du veau : une étude américaine a montré que la qualité des soins diminue selon qu'ils sont apportés par l'exploitante, l'exploitant, un salarié spécialisé en matière d'élevage ou un ouvrier sans qualification particulière. L'augmentation des taux de mortalité qui accompagne souvent l'accroissement de la taille des élevages peut s'expliquer par le fait que dans les plus grandes unités, les soins aux veaux sont plus souvent assurés par des ouvriers plus ou moins qualifiés que par les exploitants eux-mêmes. A ce fait s'ajoute la diminution du temps disponible pour assurer la surveillance.

Enfin, de nombreuses études montrent l'importance de l'habitat sur la mortalité des veaux et ce sujet est amplement traité dans la presse spécialisée (MORISSE 1980).

III - Conduite à tenir pour avoir des veaux résistants

Un des buts de l'expérimentation que nous avons effectuée était de vérifier l'efficacité des soins prodigués à la vache au moment de l'accouchement et au veau après le vêlage sur la réduction de la mortalité. Les résultats obtenus sont concluants (tabl. 1-2). Des objectifs expérimentaux nous ont conduit à mettre en oeuvre un protocole très rigoureux qui peut être cependant adapté dans son application par l'éleveur averti.

1 - Au moment de la naissance

- *Surveillance du vêlage*

Une bonne surveillance au vêlage est indispensable pour éviter la mortalité à la naissance et les conséquences ultérieures de la souffrance à l'accouchement. C'est sans aucun doute l'activité la plus contraignante pour l'éleveur.

Les interventions au vêlage entraînent souvent des métrites et des stérilités (LOATA *et al.,* 1977) et, selon ces auteurs, il ne faudrait intervenir que dans les cas de nécessité absolue. Il est certain que l'absence de précautions hygiéniques peut entraîner ces conséquences mais nous ne partageons pas l'opinion selon laquelle l'éleveur serait incapable de s'astreindre au minimum d'hygiène nécessaire. Il est indispensable, mais facile, d'avoir avec soi un savon, une éponge et un seau d'eau javellisée pour se laver les mains et nettoyer la vulve de la gestante avant chaque intervention. Nous *recommandons donc de fouiller* la mère et *d'intervenir à chaque vêlage ;* dans des conditions d'hygiène satisfaisantes, les risques de métrite et de stérilité, ne sont certainement pas augmentés et les rétentions placentaires sont vraisemblablement moins fréquentes.

On reconnait souvent plusieurs jours à l'avance les mères qui se préparent à vêler, ce qui permet de les placer sous une surveillance accrue. Par contre, le moment précis du vêlage ne peut être prévu et des rondes à intervalle de deux heures sont nécessaires pour détecter le début des coliques d'expulsion*. Eventuellement, l'éleveur peut s'octroyer un délai de 6 heures si, après avoir fouillé la gestante, il a vérifié que le col était fermé ou dilaté de moins de 5 cm. Dès la premières coliques, il devra surveiller à intervalle d'une heure ou d'une demi-heure les progrès de la dilatation et reconnaître d'éventuelles anomalies (arrêt de la dilatation, torsion de matrice, hémorragies) qui justifient l'appel immédiat du vétérinaire. Lorsque le col de l'utérus est complètement effacé, nous conseillons *dans tous les cas* d'aider la progression du veau par des tractions manuelles douces, de crever éventuellement la poches des eaux, de corriger les défauts de position du veau (membre ou tête retenu) ; les membres sont attachés à des cordes et le veau est engagé jusqu'à ce que les deux membres sortent d'environ 20 cm de la vulve. Ces légères tractions doivent être effectuées par une seule personne. Si elles s'avèrent inefficaces, l'appel du vétérinaire est indispensable : il y a risque d'excès de volume du veau et le vétérinaire doit être présent lors d'une tentative d'extraction forcée pour pouvoir intervenir, si nécessaire, par césarienne sans délai. En cas de présentation postérieure, il faut tirer le veau (à la vêleuse si nécessaire) immédiatement après cette approche. Par contre, en cas de présentation antérieure, il n'y a pas urgence, il est conseillé de s'éloigner hors de la vue de la mère pendant un 1/4 d'heure afin qu'elle se couche et soit dans les meilleures conditions pour effectuer un travail efficace. Il est alors utile d'aider à l'expulsion par traction de plusieurs personnes ou à la vêleuse. On dispose en principe d'un délai de cinq minutes pour l'expulsion sans craindre l'asphyxie ce qui permet d'éviter toute brutalité ou précipitation maladroite. La couleur de la langue (qui bleuit lors de l'asphyxie) permet éventuellement de savoir si l'on dispose d'un délai supplémentaire ou s'il faut accélérer l'expulsion. Il est toujours nécessaire après la naissance de fouiller la vache afin de détecter hémorragie ou déchirure ou la présence d'un jumeau. Ce dernier doit être extrait sans retard (sans attendre que la mère ait des efforts pour l'expulser).

- *Soins au veau*

Dès sa naissance, le veau est placé sur de la paille propre, les voies respiratoires sont dégagées du mucus ; si la respiration n'est pas apparue immédiatement, on pratique une respiration artificielle et des stimuli divers (aspersion à l'eau froide...). La suspension par les postérieurs est très efficace. Elle nécessite un dispositif approprié prévu à l'avance. Certains médicaments sont également préconisés pour déclencher la respiration. Dans certains cas d'asphyxie, les mouvements respiratoires trop faibles sont inefficaces pour déplisser le poumon. Nous avons constaté que l'administration forcée d'air ou d'oxygène dans le muffle est généralement inutile car le gaz passe directement dans l'estomac. Par contre, l'injection d'oxygène directement dans la trachée s'est révélée efficace. Elle peut être pratiquée par le vétérinaire. Il suffit de raccorder à l'extrémité du tuyau d'arrivée d'oxygène d'un appareil d'oxygénothérapie une grosse aiguille piquée dans la trachée. En cas de respiration faible et irrégulière, l'administration d'oxygène au masque pendant cinq minutes est très efficace, et se traduit immédiatement par une vitalité accrue du veau....Cette oxygénothérapie est efficace même tardivement à l'âge de plusieurs heures et peut être répétée (en cas d'hypothermie par exemple). En l'absence d'appareil adapté, l'éleveur peut utiliser la bouteille d'oxygène et son détendeur, d'un appareil de soudure et envoyer le gaz à faible débit, à proximité du mufle, en recouvrant la tête du veau d'un sac.

Dès la naissance, il faut vérifier l'état du cordon ombilical. Dans les cas rares, il est nécessaire de le ligaturer ou de ligaturer la peau qui l'entoure pendant une demi-heure environ pour arrêter une hémorragie. Dans tous les cas, il est nécessaire de désinfecter soigneusement le nombril par trempage dans la teinture d'iode, par exemple.

2 - Soins au cours des premières heures de la vie du veau

En premier lieu, il faut éviter les causes de refroidissement du veau. Il doit être léché par sa mère, ce qui lui assure un séchage rapide et stimule son activité. Exceptionnellement, ce léchage peut être remplacé par un bouchonnage avec de la paille. On peut laisser le veau avec sa mère si l'on dispose de la place nécessaire et d'une bonne litière sèche. Nous avons toujours préféré isoler le veau dans un box formé de bottes de paille pendant les 24 premières heures. Nous avons pu remarquer que dans ces conditions, la plupart des veaux supportaient très bien des températures proches de 0°C et se levaient plus rapidement que s'ils étaient placés dans une cage à plancher et parois durs. En effet, lorsque le veau se blesse au cours des efforts qu'il fait pour se lever, il arrête alors toute activité et peut se refroidir. Si la température du veau s'abaisse en dessous de 38 °C, il est nécessaire de le réchauffer : couvertures, lampe infra-rouge...).

- *Administration du repas*

Dans l'expérience effectuée, nous avons utilisé un pool de colostrums de première traite, de qualité moyenne, conservé au congélateur. Tous les veaux ont reçu à l'âge de deux heures, ce colostrum à raison de 5 p.100 de leurs poids, au biberon. En cas de refus, nous avons administré le complément ou la totalité

---

* Signalons, néanmoins, que divers appareils ont été mis au point pour avertir l'éleveur soit du début des coliques (RUCKEBUSCH), soit du début de l'expulsion.

par sondage oesophagien. A cet effet, nous avons utilisé un tube de plastique souple d'un mètre de long (12 mm de diamètre extérieur et 8 mm intérieur) relié au bidon renfermant le colostrum. Ce tuyau est introduit dans l'oesophage et le rumen en vérifiant par palpation du cou sa présence dans l'oesophage (et non dans la trachée). Le colostrum s'écoule par simple gravité. La seule précaution à prendre est de bien maintenir la tête du veau, pour éviter un brusque recul qui entraine l'expulsion du tuyau et l'arrivée de colostrum dans la gorge, pouvant provoquer une asphyxie brutale. Cette technique peut être facilement apprise (après démonstration) et utilisée par l'éleveur. Proposée par J. DARDILLAT (1976), cette technique est de plus en plus employée (MOLLA, 1978).

Ce protocole alimentaire doit être adapté aux conditions de l'élevage : l'éleveur administrera impérativement, entre la naissance et 2 heures, deux litres au moins de colostrum de première traite, tiédi à 37-40°C, et de préférence au biberon. Souvent il utilisera celui produit par la mère du veau, mais il veillera à *apporter un colostrum de bonne qualité*. Les colostrums de couleur ou d'aspect anormal, rougeâtres ou trop pâles ou présentant des floculats (petits caillots) ou d'odeur anormale, seront éliminés. De même, pour le premier repas, on rejettera un colostrum de deuxième traite (lorsque la première traite a été perdue ou tétée accidentellement par un autre veau). Les colostrums provenant d'une vache malade au cours de la gestation ou d'une vache ayant perdu son veau l'année précédente risquent aussi d'être pauvres en gamma-globulines et seront éventuellement éliminés. Afin d'avoir toujours à disposition un bon colostrum, l'éleveur récoltera le surplus de la première traite (effectuée entre le vêlage et deux heures) non consommé par le veau, et se constituera un stock qu'il conservera au congélateur en bidon d'un ou deux litres facile à décongeler dans de l'eau à 60°C. Lorsque les vêlages sont groupés, l'éleveur peut aussi préparer un mélange des colostrums de première traite, qu'il conservera moins de huit jours au réfrigérateur et distribuera à tous les veaux au premier repas. Cette technique préconisée par BARBER, 1979, permet d'éviter l'administration éventuelle d'un colostrum très pauvre à un veau mais présente des difficultés d'application en particulier sur le plan hygiénique.

La qualité du colostrum peut être mesurée par différents tests dont le plus simple est l'indice de réfraction du sérum colostral. Dans ce but, l'éleveur pourra prélever des échantillons de colostrum de 100 ml qu'il conservera au congélateur pour en faire effectuer l'analyse, notamment pour expliquer des cas de mortalité.

L'administration de colostrum par tétée au pis n'est pas à exclure mais doit être réservée au cas où le veau a manifestement un excellent appétit. Si le veau a peu d'appétit, on a souvent l'impression qu'il ingère une quantité appréciable de colostrum alors qu'il a seulement mâchonné. Il faut signaler que la quantité de colostrum que le veau accepte de boire au biberon dépend beaucoup de l'adresse et de la patience de l'éleveur, de la taille de l'orifice de la tétine qui ne doit être ni trop petit, ni trop grand, de la forme et de la dureté de la tétine.

Il nous semble inutile de distribuer plusieurs repas au cours des 12 premières heures. Le deuxième repas aura donc lieu vers l'âge de 10 à 14 heures ; on laissera le veau boire à volonté du colostrum de première ou de deuxième traite. Si le veau refuse de boire, on attendra le repas suivant à l'âge de 24 heures environ pour lui proposer le colostrum. Il est vivement conseillé d'utiliser en totalité pour l'alimentation du jeune veau, le lait des cinq premièrs jours qui ne peut être vendu. Ce lait se conserve facilement 8 jours à une température inférieure à 10°C.

3 - Conduite à tenir à long terme pour avoir des veaux résistants

- *Au niveau du troupeau*

Il est très important d'avoir un troupeau en parfaite santé et correctement alimenté. Du point de vue médical, il faut évidemment éliminer toutes les maladies contagieuses et traiter les parasitoses. Il est toujours dangereux pour l'élevage de conserver des animaux présentant une maladie chronique. Le but de l'éleveur est la constitution d'un troupeau à forte productivité numérique (nombre de veaux sevrés par femelle présentée à la saillie) ; il peut y parvenir à long terme par un meilleur choix de femelles de renouvellement. Dans ce but, il tiendra à jour un cahier ou, par exemple, des fiches individuelles où seront notées les maladies des mères, les stérilités, les avortements, les prématurés, les vêlages difficiles, les mortalités des veaux et leurs maladies. Il choisira dans la mesure du possible des génisses provenant des ''meilleures mères'', et réformera de préférence les mères ayant eu des problèmes, elles-mêmes ou leurs veaux. Il pourra conserver éventuellement au-delà de l'âge de réforme habituel ''les meilleures mères''.

Rappelons aussi que le vêlage à 2 ans demande une très grande compétence et est à déconseiller dans beaucoup de cas du moins en troupeaux allaitants. L'introduction d'animaux étrangers est à éviter. Enfin, il ne faut pas oublier l'influence du choix du taureau ; il faut tenir compte de son aptitude à donner des veaux ''passant'' facilement et dotés d'une vitalité élevée (MENISSIER, 1978).

- *Au niveau des moyens pour assurer des soins au vêlage et sur le veau*

Ces soins demandent *une compétence* et une disponibilité (24 heures sur 24) souvent difficiles à assurer. Cette compétence peut être facilement acquise pour les éleveurs convaincus de l'importance de ces soins. Le vétérinaire pourrait avoir un rôle essentiel dans cette formation. L'époque et la durée de la saison de vêlage peuvent être programmées, le regroupement des vêlages par synchronisation artificielle des chaleurs permet de limiter dans le temps cette période de vêlage et de prévoir pour cette période le personnel nécessaire. Il est remarquable de constater que dans certains grands élevages canadiens où le personnel est réduit, on préfère consacrer le personnel disponible à la surveillance des vêlages et des soins immédiats à la mère et au veau plutôt qu'au traitement des veaux malades et on obtient des taux de mortalité inférieures à 5 p.100. En France, les veaux malades sont soignés correctement, mais les soins à la naissance sont souvent mal assurés et le taux de mortalité reste encore beaucoup trop important.

Conclusion

La ''conduite à tenir pour avoir des veaux résistants'' que nous avons justifiée et explicitée, à partir de notre expérience

personnelle de vétérinaire et de chercheur, est en accord avec celle préconisée par de nombreux auteurs anglo-saxons : FISCHER, HALLIDAY, KRUSE. Son efficacité vis-à-vis de la mortalité semble tout à fait comparable à celle des soins pratiqués en néonatologie (chez l'Homme). Malheureusement l'éleveur ne dispose pas pour sa formation de toute l'infrastructure médicale (infirmières, sages-femmes, maternités, ouvrages) qui a permis en pédiatrie la généralisation de ces techniques.

Bien qu'on ait montré chez l'Homme que les progrès obtenus pour la réduction de la mortalité des nourrissons ne sont pas consécutifs à la découverte de vaccins (non employés) ou de traitements spécifiques (antibiotiques sérums), chez l'animal, les prophylaxies médicales et les traitements sont les objectifs de la plupart des chercheurs et l'espoir des éleveurs.

Le mode d'emploi des vaccins (chez les mères) impose l'administration précoce et suffisante de colostrum au veau ; cette dernière recommandation, largement divulguée par des vétérinaires compétents et écoutés, aura probablement plus d'impact et entraînera un progrès qu'il semble actuellement illusoire d'espérer sans ce moyen médical.

Dans une vision prospective il parait également possible d'obtenir des veaux résistants par sélection. Si des travaux scientifiques sont en cours pour préciser les possibilités et les méthodes de sélection ou de croisement pour diminuer la fréquence des difficultés de vêlage, ceux concernant la qualité du colostrum maternel, qui se sont développés il y a quelques années en France et à l'Etranger ne sont actuellement poursuivis qu'en Grande-Bretagne, où ils donnent dans l'espèce ovine, des résultats prometteurs.

Références bibliographiques

BARBER D.M.L., 1979. Control of diarrhoea and death in home-bred dairy calves by bucket feeding pooled colostrum. *Veterinary record,* **104**, 385-386.

BRIGNOLE T.J., STOTT G.H., 1980. Effect of suckling followed by bottle feeding colostrum on immunoglobulin absorption and calf survival. *J. Dairy Sci.,* **63**, 451-456.

BUNTAIN B.J., SELMAN I.E., 1980. Controlled studies of various treatments for neonatal calf diarrhoea in calves of known immunoglobulin levels. *Veterinary Record,* **107**, 245-248.

COAT A., GASLOIN A., LOISEL J., 1977. *Analyse de la fertilité dans les troupeaux laitiers.* E.D.E. Loire Atlantique, 1977.

DARDILLAT Jacqueline, 1974. Immunité transmise de la vache au veau. *Bull. Ass. Fr. Vet. Microbiol. Immun. Spé. Mal. Infec.* **15**, 27-39

DARDILLAT Jacqueline, 1976. Police sanitaire des vêlages. Indice de la qualité de colostrum sur le niveau des pertes néo-natales. *Bull. Soc. Vétérinaire pratique,* **60**, 353-373.

DARDILLAT Jacqueline, TRILLAT G., LARVOR P., 1978. Colostrum immunoglobulin concentration in cows : relationship with their calf mortality and with the colostrum quality of their female offspring. *Ann. Rech. Vét.,* **9**, 375-384.

FALLON R.J., 1978. The effect of immunoglobulin levels on calf performance and methods of artificially feeding colostrum to the new born calf. *Ann. Rech. Vét.,* **9**, 347-352.

FISHER E.W., 1980. Neonatal survival. *Br. Vet. J.,* **136**, 585-589.

HALLIDAY R., 1979. La variabilité génétique du transfert d'immunoglobulines de la mère a ses produits. Ses effets sur la croissance et la viabilité. *Bull. Tech. Dept. Gen. Anim.,* **29-30**, 275-281.

KRUSE V., 1970. Yield of colostrum and immunoglobulin in cattle at the first milking after parturition. *Anim. Prod.,* **12**, 619-626.

KRUSE V., 1970. Absorption of immunoglobulin from colostrum in newborn calves. *Anim. Prod.,* **12**, 627-638.

KRUSE V., 1970. A note on the estimation by simulation technique of the optimal colostrum dose and feeding time at first feeding after the calf's birth. *Anim. Prod.,* **12**, 661-664.

LOGAN E.F., MUSKETT B.D., HERRON R.J., 1981. Colostrum feeding of dairy calves. *Veterinary record,* **108**, 283-284.

MENISSIER F., 1978. La sélection de l'aptitude au vêlage. *Bull. Tech. Dept. Gen. Anim.,* **27**, 105 pp.

MENISSIER F., 1979. Difficultés de mise-bas chez les bovins. *Bull. Tech. Dept. Gen. Anim.,* **29-30**, 132-191.

MEYERHOLZ G.W., 1981. Colostrum is best medicine you can provide. *Hoard's Dairyman,* 25 Oct. 1981 p.

MOLLA A., 1978. Immunoglobulin levels in calves fed colostrum by stomach tube. *Veterinary Record,* **103**, 377-380.

MORISSE J.P., 1980. Enquête sanitaire globale bovine. UGPVB 104 bd Voltaire - RENNES

MORNET P., QUINCHON CL., 1977. Epidémiologie., 231-260 dans *Le Veau*, MORNET P., ESPINASSE J., Edit. MALOINE S.A. PARIS

STOTT G.H., MARX D.B., MENEFEE B.E., NIGHTENGALE G.T., 1979. Colostral immunoglobulin transfer in calves. I- Period of Absorption. *J. Dairy Sci.,* **62**, 1632-1638.

TZIPORI S., 1981. The aetiology and diagnosis of calf diarrhoea. *Veterinary Record,* **108**, 510-514.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (47) 47-54

La couleur de la viande et sa mesure*

M. RENERRE

Station de Recherches sur la Viande

Introduction

Après avoir envahi le domaine industriel, la couleur préoccupe désormais le secteur de l'Agro-alimentaire. L'Homme associe en effet couleur et qualité gustative du produit car son appréciation dans ce domaine est totalement subjective. A moins que l'arôme n'interfère, la couleur est en général le premier critère de jugement du consommateur sur le produit qu'il achète. La couleur est, par exemple, synonyme de maturité pour les fruits et les légumes (tomates), caractère distinctif d'un produit comme les boissons (vins, bière, jus de fruits,...) ou synonyme de bonne qualité (oeufs, poissons, viandes,...).

En France, dans les nouvelles structures de distribution (Supermachés) qui remplacent partiellement l'étal du boucher traditionnel, le consommateur de viande est seul pour faire son choix et ne dispose guère que du critère couleur (en dehors de la quantité de gras et des pertes en eau dans la barquette) pour juger de la qualité du produit. Une étude récente (ERNST, 1980) montre l'importance que le consommateur de viande américain attache au critère couleur. En France, la couleur de la viande pose un problème particulier pour chaque type de production. Comme le montre l'examen des cours pratiqués sur les marchés des veaux de boucherie, le consommateur apprécie tout particulièrement la viande de veau très claire qui est pour lui synonyme d'une alimentation lactée exclusive. En ce qui concerne les bovins adultes, la diminution de l'âge d'abattage des animaux conduit à la commercialisation de viandes de moins en moins colorées ce qui entraîne dans certaines régions une diminution des ventes. Pour l'espèce porcine les problèmes de coloration de la viande se posent avec une acuité particulière pour les viandes exsudatives (viandes P.S.E. : pâle, soft, exsudative) et, à un degré moindre, pour les viandes à pH élevé (D.F.D. : dark, firm, dry). Par ailleurs durant ces dernières années, les problèmes de coloration des viandes ont trouvé un regain d'intérêt du fait de l'extension de la commercialisation des viandes fraîches pré-emballées en barquettes que ce soit sous film perméable à l'oxygène, sous film imperméable renfermant différents mélanges d'atmosphères contrôlées (CO_2 - O_2 - N_2) ou conditionnées sous vide permettant des durées encore plus importantes de conservation du produit à l'état réfrigéré.

Après avoir rappelé les différents facteurs biologiques et physico-chimiques qui régulent la couleur de la viande fraîche avant conservation, nous avons décrit les principales méthodes de mesure de la couleur applicables soit en abattoir, soit au laboratoire, illustrées par un certain nombre de résultats.

II - Bases chimiques de la couleur de la viande

La myoglobine est le principal pigment héminique responsable de la couleur de la viande puisque le pigment héminique sanguin (l'hémoglobine) ne représente que 5 à 12 % des pigments héminiques totaux dans des conditions correctes de saignée de l'animal.

La myoglobine est une chromoprotéine constituée d'un groupement prosthétique : l'hème et d'une protéine : la globine.

L'hème est constitué d'un atome de fer associé à la protoporphyrine qui est elle-même constituée de 4 noyaux pyrroles et liée à une molécule d'oxygène ou à une molécule d'eau (voir plus loin).

La globine, considérée comme le support de la spécificité du pigment musculaire est une protéine globulaire de poids moléculaire voisin de 17.000. En comparant le pigment des trois principales espèces bouchères (bovin, ovin, porcin) nous

* Texte original présenté dans la revue de l'A.D.I.V. : ''Viande et produits carnés'' Vol. 2, n°5, septembre 1981.

n'avons pas observé de différences de poids moléculaire (RENERRE, 1977).

La liaison hème-globine se fait par l'intermédiaire du fer lui-même.

Etats d'oxydo-réduction du pigment

En profondeur, à ''coeur'' de la viande la myoglobine se trouve à l'état réduit (fer ferreux : Fe $^{++}$) de couleur rouge pourpre. Au contact de l'air ambiant, on observe dans les heures suivantes une oxygénation du pigment qui se transforme en oxymyoglobine de couleur rouge vif (fer ferreux : Fe $^{++}$) qui est la teinte recherchée par le consommateur. Au-delà d'un certain délai influencé par les propriétés intrinsèques de la viande (pH ultime, potentiel d'oxydo-réduction) et les conditions de conservation de celle-ci (température de réfrigération, pression d'oxygène, ambiance lumineuse, conditions hygiéniques,...) la couche d'oxymyoglobine disparaît au profit de la metmyoglobine de couleur brune où l'atome de fer est à l'état ferrique (Fe $^{+++}$) relié à une molécule d'eau. Cette coloration brune constitue un motif de rejet de la part du consommateur. Le but du Technologue sera de retarder au maximum l'apparition de la forme oxydée du pigment. HOOD et RIORDAN (1973) ont montré qu'à partir d'un seuil de 20 % de Metmyoglobine à la surface de la viande, la vente de celle-ci est diminuée de moitié.

Les différents stades d'oxydo-réduction du pigment de la viande peuvent être schématisés de la façon suivante :

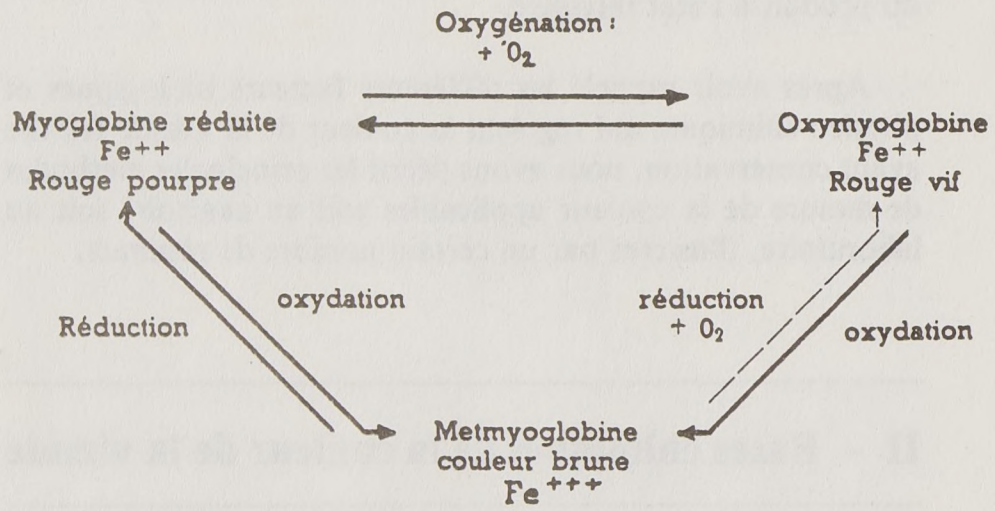


FIGURE 1

Ces trois formes du pigment sont caractérisées par trois spectres d'absorption qui permettent d'analyser la couleur des échantillons de viande (fig. 2).

Formes du pigment	Maximum d'absorption
Myoglobine (Mb)	555 nm
Myoglobine oxygénée ($Mb0_2$)	542 - 580 nm
Metmyoglobine (MetMb)	505 - 630 nm

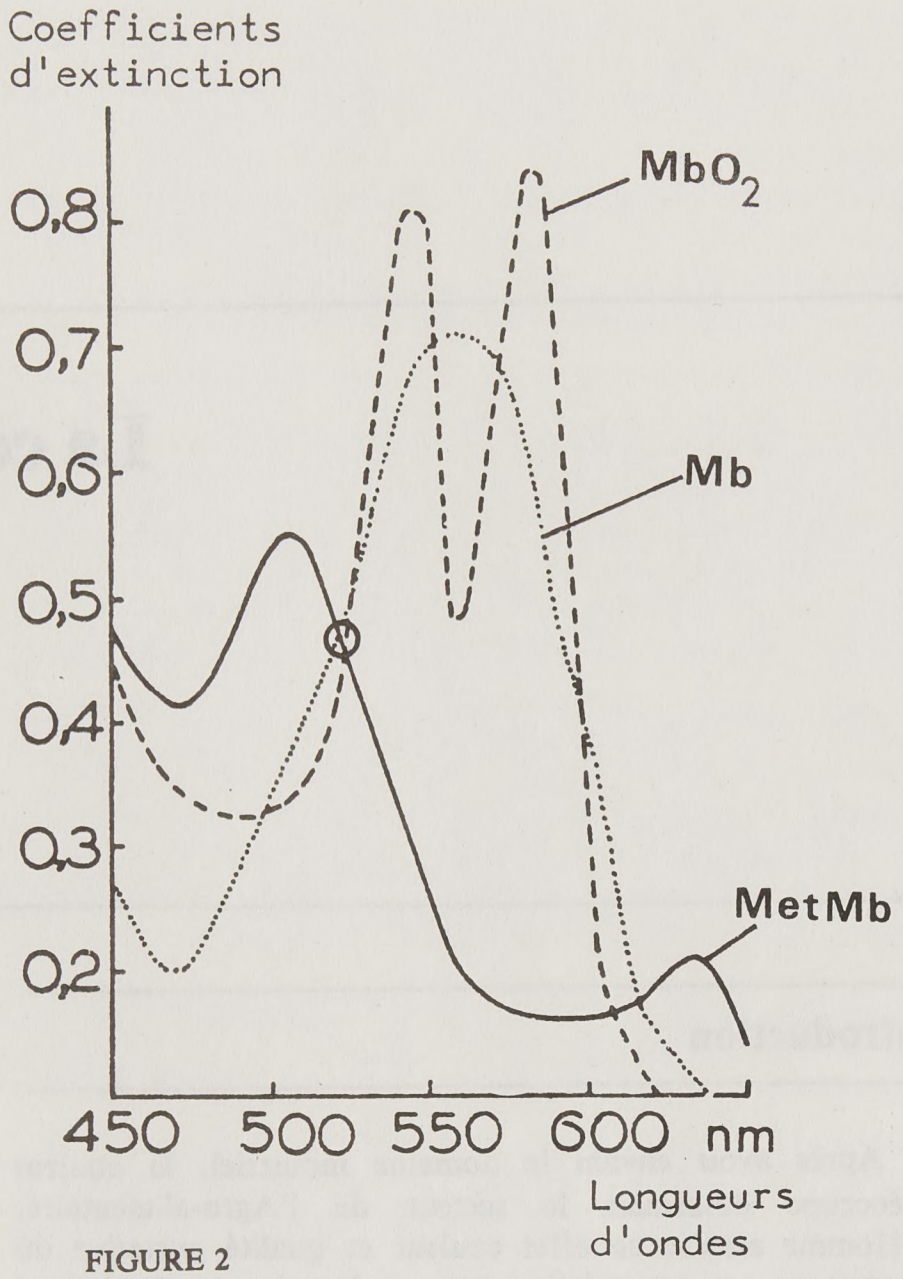


FIGURE 2

A 525 nm, il existe un point où l'absorption de la lumière est identique pour les trois formes du pigment.

- **Facteurs de variation de la teneur des muscles en myoglobine**

1 - L'espèce

Pour un même muscle, la teneur en myoglobine varie selon l'espèce considérée. LAWRIE (1979) montre comment les différences de teneur en myoglobine du muscle *Longissimus dorsi* (faux filet) peuvent expliquer, en partie, les différences de couleur des viandes.

	(Mb) en % du poids de muscle frais
Lapin	0,02
Porc	0,06
Mouton	0,25
Boeuf	0,50
Baleine	0,91

2 - L'âge

LAWRIE (1950) a montré que l'accroissement de la teneur en pigment est très rapide durant la 1ère année chez le porc et

durant les deux premières années chez le cheval. Dans une étude portant sur la qualité de la viande de taurillons limousins (RENERRE-VALIN, 1979) nous avons observé que l'augmentation de la teneur en pigment est particulièrement importante entre les âges de 9 et 16 mois. Dès 16 mois la teneur en pigment du muscle se rapproche de celle de l'animal adulte (fig. 3).

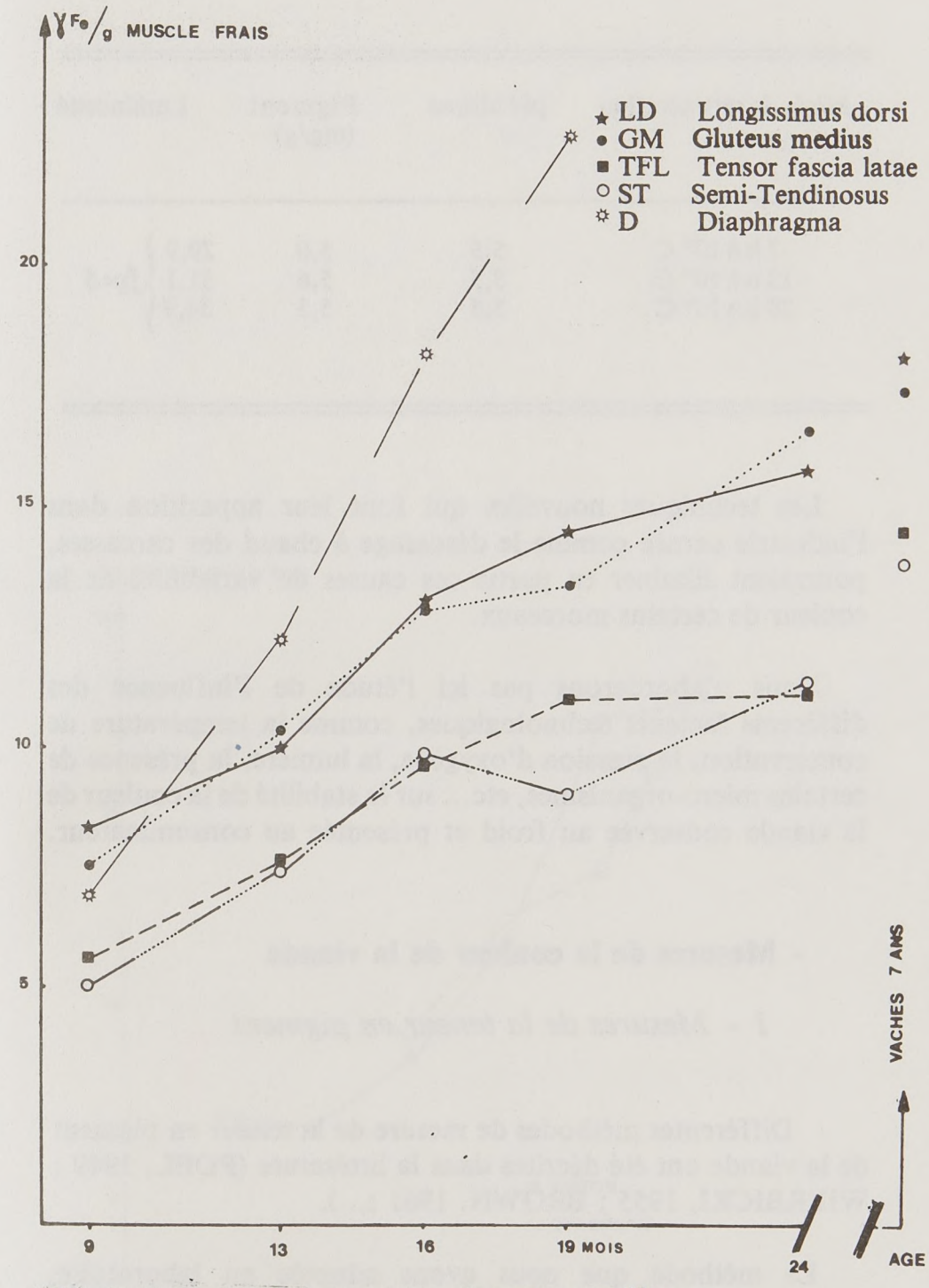


FIG. 3 : Evolution de la teneur en pigments avec l'âge (race Limousine)

3 - Le type de muscle

La figure 3 met également en évidence une grande variabilité de la teneur en pigment entre muscles que l'on peut sans doute relier aux types métaboliques musculaires. Les fibres musculaires, unités constitutives de base, ont un métabolisme soit de type aérobie (fibre rouge, riche en myoglobine) à contraction lente, soit de type anaérobie (fibre blanche, pauvre en myoglobine) à contraction rapide ou intermédiaire. Chez le bovin, les muscles *Diaphragma, Longissimus dorsi* et *Tensor Fascia Latae* sont respectivement composés en majorité de fibres rouges lentes, rouges rapides et blanches rapides. L'hétérogénéité dans l'intensité de la pigmentation musculaire peut aussi se manifester à l'intérieur d'un même muscle comme le *Semi-tendinosus* de bovin (HUNT et HEDRICK, 1977).

4 - La précocité

Elle peut se manifester par l'effet de la race ou du sexe.

Effet race

Dans le cas de jeunes mâles entiers abattus à des âges compris entre 5 et 20 mois, la pigmentation musculaire des animaux de race Frisonne est supérieure à un âge donné, à celle d'animaux de race Charolaise. Par contre, pour un même ''degré de maturité'' (exprimé en pourcentage du poids adulte) aucune différence raciale n'apparaît (RENERRE, 1982) (fig. 4).

Effet sexe

Au même âge dans la race limousine, la teneur en pigment des muscles des génisses est supérieure à celle des muscles des taurillons (RENERRE - VALIN, 1979).

5 - L'activité musculaire

WHIPPLE *et al.*, (1926) ont observé les premiers l'influence de l'exercice sur le contenu en myoglobine du muscle. LAWRIE (1950) a montré ainsi que le cheval, l'activité musculaire entrainait une augmentation de la teneur en pigment du muscle *Longissimus dorsi* de 67 % entre l'animal de trait et le pur sang.

6 - L'alimentation

L'influence de l'alimentation sur la teneur en myoglobine du muscle ne se manifeste que dans le cas d'animaux jeunes, en état d'anémie ferriprive comme le veau. Récemment, nous avons montré que la substitution des lipides par l'amidon dans l'alimentation du veau tendait à augmenter les risques d'obtention d'une couleur plus rouge de la viande (VALIN *et al.*, 1979). L'effet de la supplémentation en fer de la ration des veaux est très variable selon les facteurs génétiques individuels (CHARPENTIER, 1966).

	pH	Fer	Y (Luminosité)	X (Composante rouge)
Effet lait				
Lipide	5,51	2,66	26,4	0,372
Amidon	5,52	3,46***	24,6*	0,379**

Différence significative au seuil de * 5 %
** 1 %
*** 1°/₀₀

X et Y : voir paragraphe 222
VALIN et al. 1978

- Structure du tissu musculaire et coloration de la viande

La couleur de la viande n'est pas seulement conditionnée par la concentration et l'état physico-chimique de la

myoglobine. Elle est aussi dépendante de la structure musculaire qui intervient sur l'absorption et la diffusion de la lumière incidente.

Aussitôt après l'abattage, la viande de l'animal est translucide et sombre en apparence car la diffusion de la lumière incidente est faible. Durant l'installation de la *rigor mortis,* le glycogène résiduel est transformé de façon anaérobie en acide lactique et le pH chute de 7 à environ 5,5 dans les conditions normales où il subsiste suffisamment de glycogène dans les tissus. Au pH de 5,5, le muscle devient plus opaque donc diffuse une plus grande partie de la lumière incidente et paraît plus pâle. Durant la même période l'oxygénation du pigment dans des conditions normales de réfrigération, s'est effectuée et la myoglobine réduite s'est transformée en oxymyoglobine de couleur rouge vif.

Si la quantité de glycogène diminue avant l'abattage de l'animal du fait des différentes agressions dues à l'environnement (température, stress de transport, bruit, lutte avec leurs congénères,...) le pH final reste supérieur ou voisin de 6,0 et l'apparence de la viande est similaire à celle du muscle en pré-rigor. Pour le boeuf cette viande est appelée à ''coupe sombre'' (dark-cutting) et chez le porc le muscle est sombre, ferme et sec (dark-firm-dry : DFD). Cette teinte sombre de la viande est due au fait qu'aux pH élevés l'eau est liée de façon importante à la structure protéique, le muscle a une structure fermée (CALLOW, 1938), la diffusion de la lumière incidente est faible. Par ailleurs, aux pH élevés où la respiration cellulaire est importante, l'oxymyoglobine qui se forme est constamment transformée en myoglobine réduite, de couleur rouge sombre qui prédomine en surface. MAC DOUGALL (Com. personnelle) a montré que la différence de luminosité (Δ_1) (une des caractéristiques de la couleur, voir chapitre suivant) entre de la viande de boeuf à pH normal et de la viande de boeuf à coupe sombre, à teneur en pigment très voisine est le double de celle enregistrée (Δ_2) entre des animaux d'âge très différents ayant des teneurs en pigment variant du simple au double.

Boeuf	pH ultime	Pigment mg/g de viande fraiche	Luminosité
Animal jeune	< 5,7	3,6	33,1*
Animal jeune à coupe sombre	> 6.0	3,3	23,6* $\Delta_1^{*\bullet}$ = 9,5
Animal âgé	< 5,7	6,3	27,9* $\Delta_2^{*\square}$ = 5,2

A l'inverse lorsque le pH de la viande chute en dessous de 5,9 en moins de 45 minutes, alors que la température de la viande est encore élevée l'interaction bas pH - température élevée entraine une dénaturation des protéines musculaires dont la myoglobine, ce qui se traduit par une couleur claire de la viande. Celle-ci est plus opaque, a une structure ouverte et diffuse mieux la lumière incidente (MAC DOUGALL, 1970).

Le mode de réfrigération des carcasses peut influencer la coloration de la viande. MAC DOUGALL (Communication personnelle) montre que la durée de réfrigération de la carcasse peut avoir une incidence sur la valeur de la luminosité mesurée à l'intérieur du muscle Semi-embranosus. La différence de 5 unités de luminosité équivaut à une différence de teneur en pigment de 2 à 3 mg/g.

Mode de réfrigération	pH ultime	Pigment (mg/g)	Luminosité
7 h à 10° C	5,5	5,0	29,9 } Δ = 5
12 h à 10° C	5,5	5,6	31,1 }
20 h à 10° C	5,5	5,3	34,9 }

Les techniques nouvelles qui font leur apparition dans l'industrie carnée comme le désossage à chaud des carcasses, pourraient éliminer en partie ces causes de variabilité de la couleur de certains morceaux.

Nous n'aborderons pas ici l'étude de l'influence des différents facteurs technologiques, comme la température de conservation, la pression d'oxygène, la lumière, la présence de certains micro-organismes, etc... sur la stabilité de la couleur de la viande conservée au froid et présentée au consommateur.

- Mesures de la couleur de la viande

1 - Mesures de la teneur en pigment

Différentes méthodes de mesure de la teneur en pigment de la viande ont été décrites dans la littérature (POEL, 1949 ; WIERBICKI, 1955 ; BROWN, 1961 ;...).

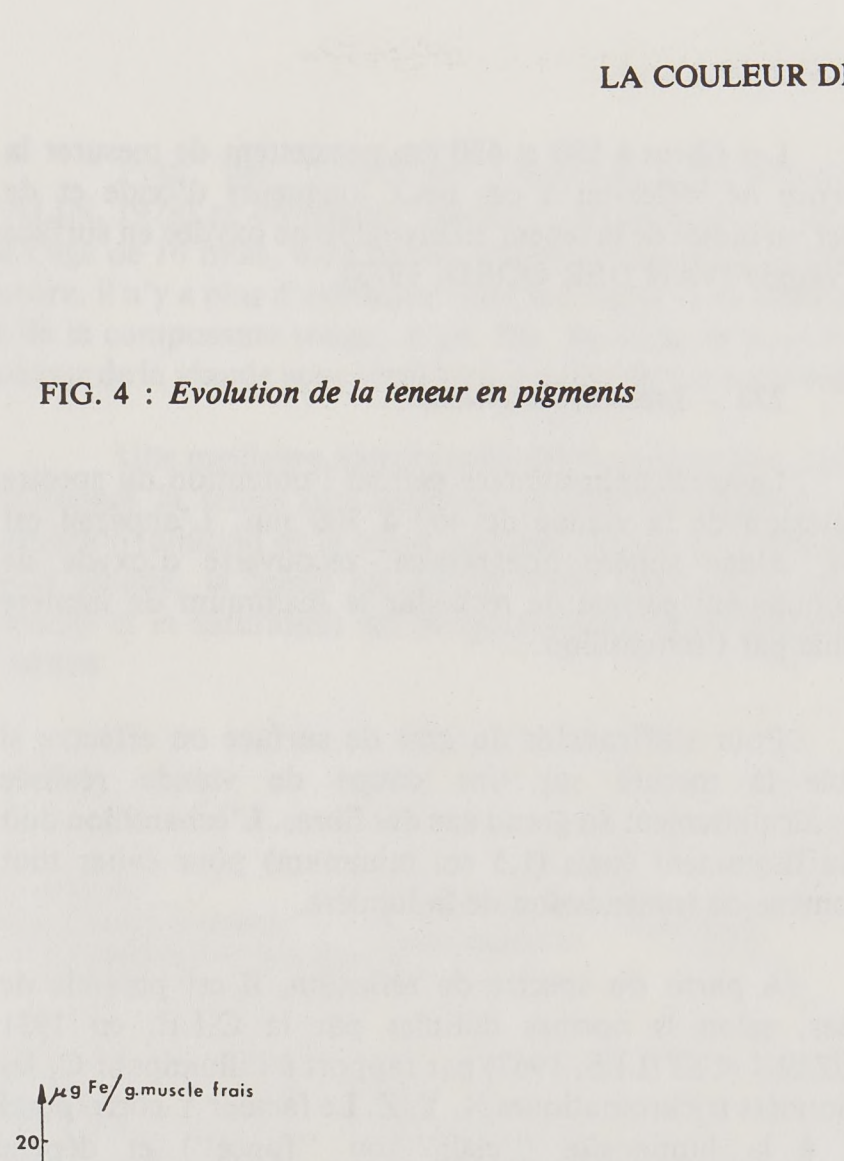
La méthode que nous avons adoptée au laboratoire, recommandée au niveau de laCEE, est celle décrite par HORNSEY (1956) qui apprécie la quantité de pigment total de la viande par dosage du fer de la molécule. Pour cela, on sépare l'hème de la globine par acidification du milieu (HCL) et on extrait à l'aide d'acétone le groupement héminique. La concentration de la solution de chlorhydrate d'hématine ainsi obtenues est dosée à la longueur d'onde de 513 nm.

2 - Mesures de la couleur

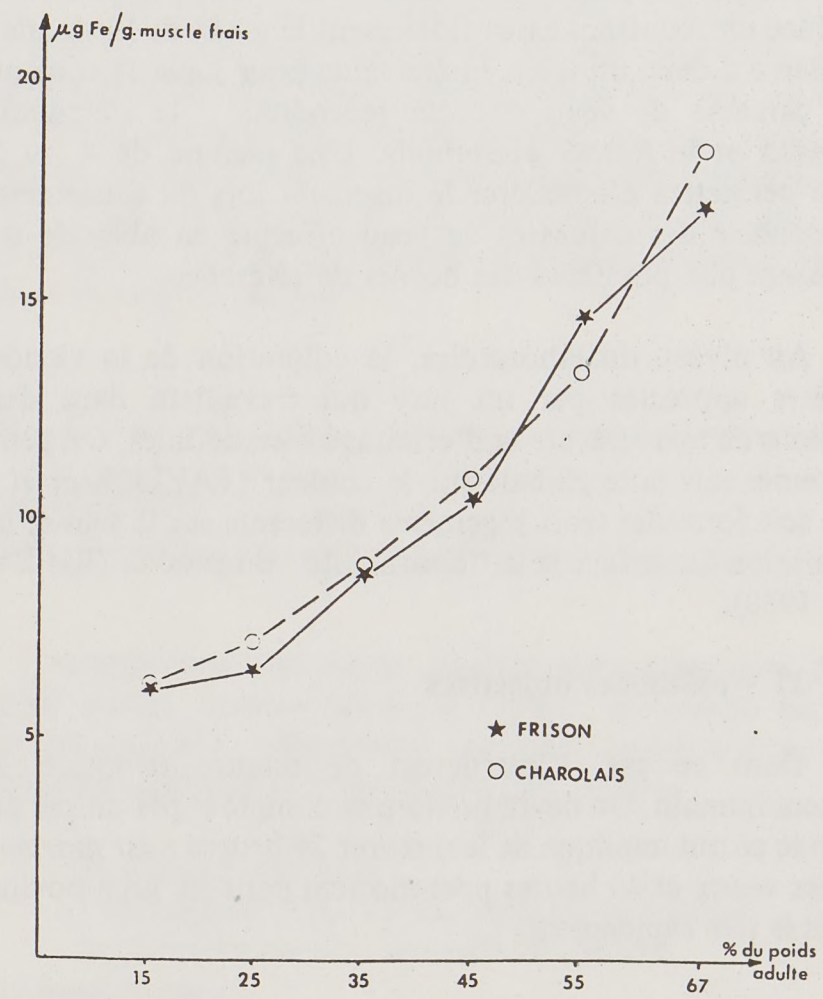
21 - Méthodes subjectives

Ces méthodes visent à trouver une concordance entre la couleur de la viande et celle d'un étalon coloré. L'I.T.E.B. (LEGRAS, 1980) a entrepris la mise au point d'étalons colorés pour apprécier la couleur de la viande de veau. Ces étalons, réalisés en matériaux plastique coloré à l'aide de pigments et résistant aux différences de température et à la lumière (RENERRE *et al.,* en préparation) trouvent leur originalité, comparés aux photos couleurs proposées jusqu'à ce jour, dans le fait qu'ils possèdent une certaine épaisseur et une

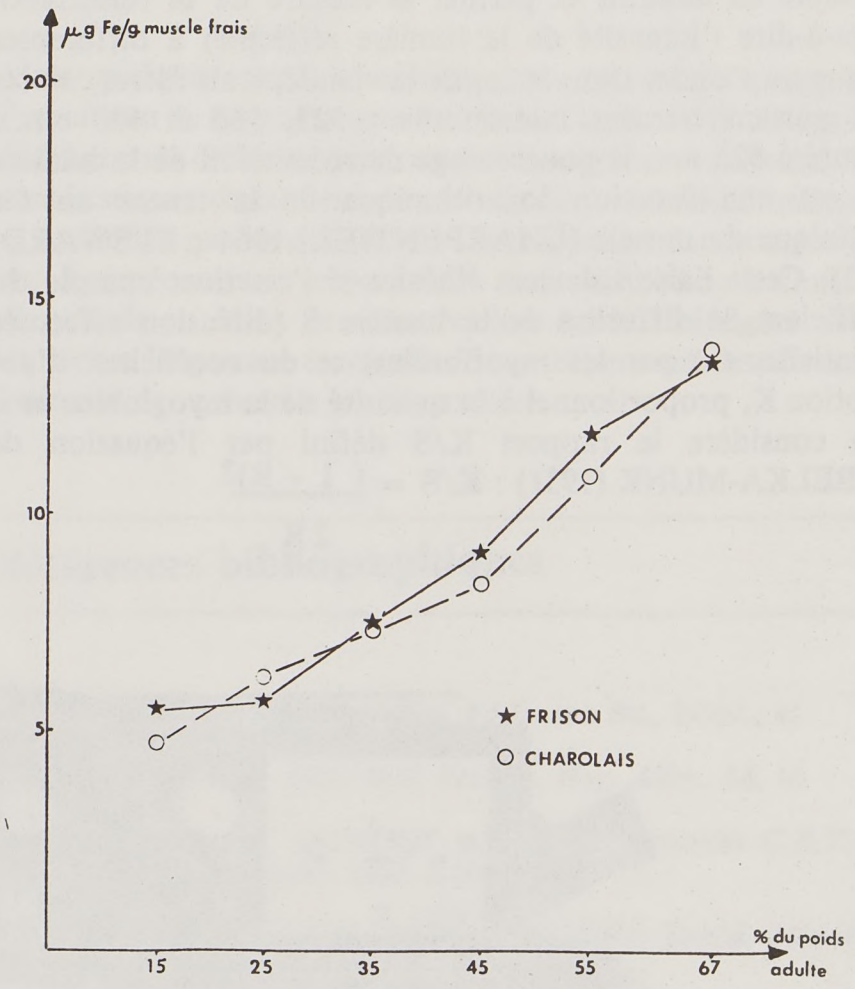
FIG. 4 : *Evolution de la teneur en pigments*



GLUTEUS MEDIUS



LONGISSIMUS DORSI



SEMI TENDINOSUS

translucidité se rapprochant de celle de la viande, la structure de surface reproduisant assez fidèlement le grain de la viande. Actuellement deux muscles, intéressants pour juger la couleur de la carcasse de veau ont été reproduits : le *Pectoralis profondus* et le *Restus abdominis*. Une gamme de 4 ou 5 étalons permettra d'améliorer le jugement lors du classement de la couleur des carcasses de veau effectué en abattoir en fournissant aux pointeurs des bornes de référence.

Au niveau du laboratoire, la coloration de la viande peut être appréciée par un jury qui travaillera dans des conditions de température et d'éclairage bien définies. On peut soit donner une note globale sur la couleur (TAYLOR *et al.*, 1980), soit formuler trois jugements différents sur la teinte, la décoloration de surface et la ''désirabilité'' du produit (RILEY *et al.*, 1980).

22 - Méthodes objectives

Dans ce cas, l'instrument de mesure remplace le jugement humain. On devra prendre en compte le pH ultime de la viande ce qui implique de le mesurer 24 heures *post mortem* pour les veaux et 48 heures post mortem pour les gros bovins réfrigérés très rapidement.

Les mesures instrumentales peuvent se faire soit à l'aide de réflectomètres ou de colorimètres soit à l'aide de spectrophotomètres équipés de sphères intégratrices.

221 - Réflectomètre portatif

Sur le marché plusieurs appareils existent comme celui qui avait été conçu par CHARPENTIER—VERGE en 1967. L'appareil proposé aujourd'hui, conçu à l'I.N.R.A., est utilisable en abattoir et permet la mesure de la réflectance (c'est-à-dire l'intensité de la lumière réfléchie) à différentes longueurs d'onde. Dans le cas de la viande, trois filtres colorés sont particulièrement intéressants : 525, 580 et 630 nm... Mesuré à 525 nm, le pourcentage de réémission de la lumière (R) est une fonction logarithmique de la teneur en fer héminique du muscle (CHARPENTIER, 1964 ; STEWARD, 1965). Cette liaison devient linéaire si l'on tient compte du coefficient de diffusion de la lumière S (diffusion effectuée essentiellement par les myofibrilles) et du coefficient d'absorption K, proportionnel à la quantité de la myoglobine et si l'on considère le rapport K/S défini par l'équation de KUBELKA-MUNK (1931) : $K/S = \frac{(1 - R)^2}{2R}$

Les filtres à 580 et 630 nm permettent de mesurer la différence de réflexion à ces deux longueurs d'onde et de calculer un indice de la teneur en myoglobine oxydée en surface de la viande (VAN DER OORD, 1973).

222 - Spectrophotomètre

Le spectrophotomètre permet l'obtention du spectre de réflexion de la viande de 400 à 700 nm. L'appareil est équipé d'une sphère intégratrice, recouverte d'oxyde de magnésium qui permet de recueillir le maximum de lumière réfléchie par l'échantillon.

Pour s'affranchir du gras de surface on effectue si possible la mesure sur une coupe de viande réalisée perpendiculairement au grand axe des fibres. L'échantillon doit être suffisamment épais (1,5 cm minimum) pour éviter tout phénomène de transmission de la lumière.

A partir du spectre de réflexion, il est possible de calculer, selon ls normes définies par la C.I.E. en 1931 (WYSZEKI et STILES, 1967) par rapport à l'illuminant C, les coordonnées trichromatiques X, Y, Z. Le facteur Y correspond aussi à la luminosité (''clair'' ou ''foncé'') et dépend essentiellement de la structure de la surface réfléchissante. Toute couleur du spectre visible peut être définie dans un espace tridimensionnel à l'aide de Y, x, y (fig. 5), les valeurs x et y étant les coordonnées de chromaticité de la couleur.

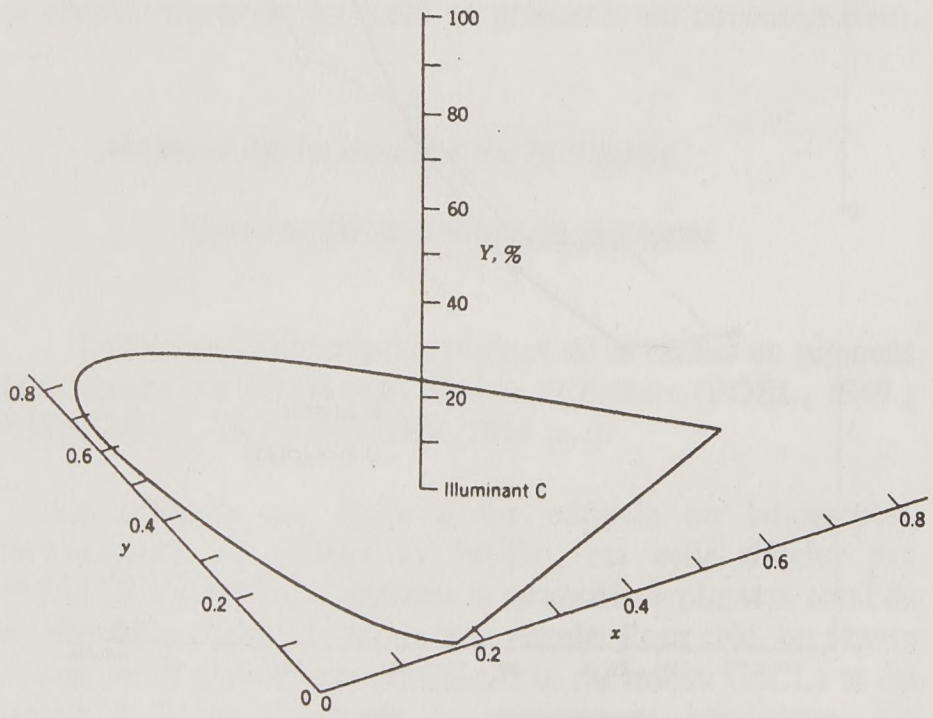
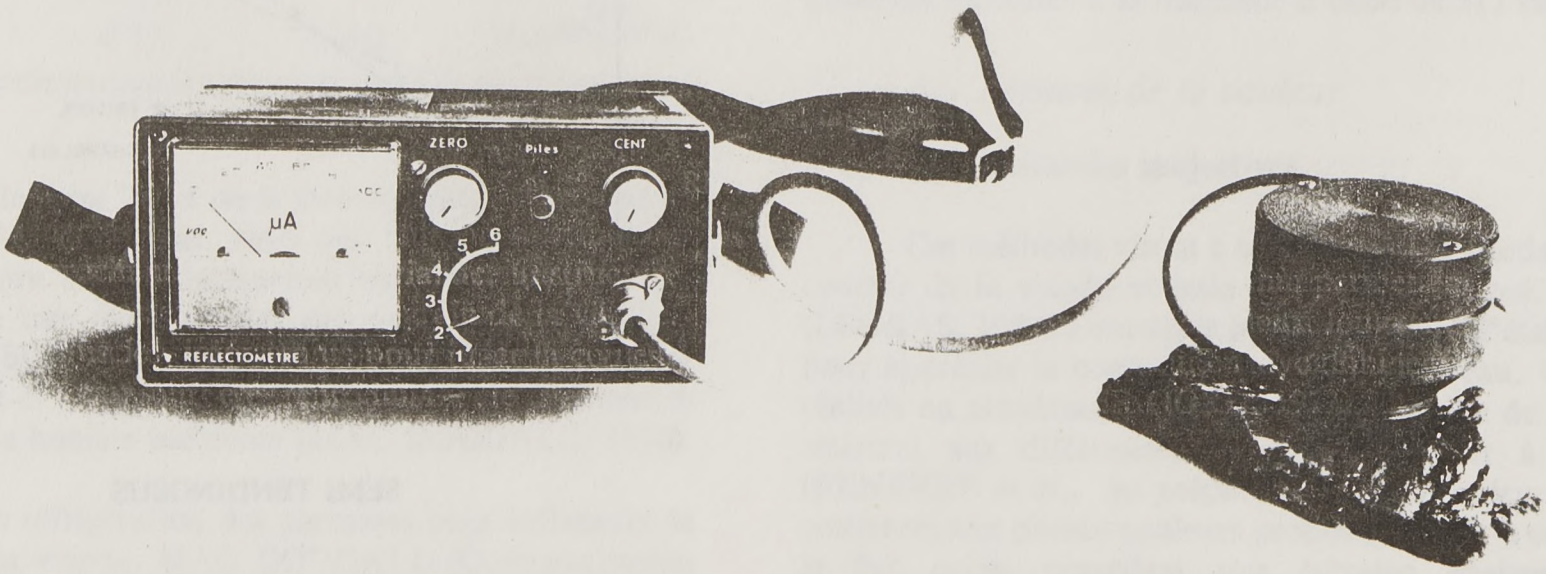
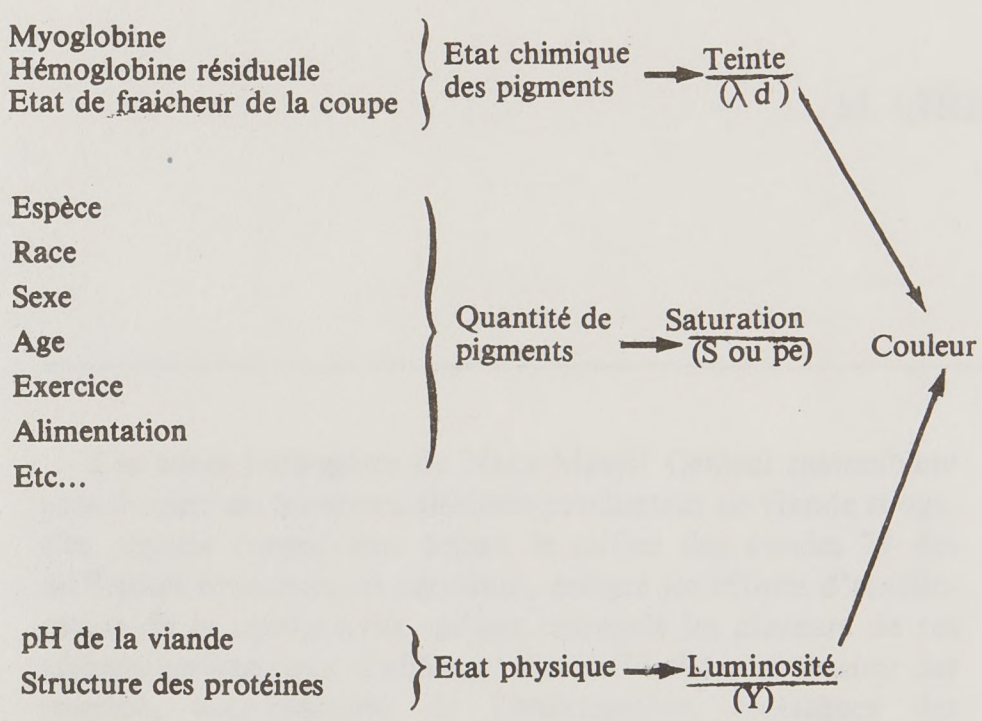


FIG. 5



Pour des Taurillons Limousins (RENERRE - VALIN, 1979) en croissance intensive, on constate qu'au-delà de l'âge de 16 mois, bien que la teneur en pigments augmente encore, il n'y a plus d'évolution significative ni de la luminosité ni de la composante rouge. A cet âge, les caractéristiques de couleur de la viande sont identiques à celles de l'animal adulte.

Une meilleure appréciation de la couleur sera faite si on intègre la teinte (ou longueur d'onde dominante) et la saturation (dilution de la teinte pure par du blanc). Dans le cas de la viande, la teinte est fonction de l'état chimique du pigment et la saturation est proportionnelle à la quantité de pigment.



d'après CHARPENTIER - DUMONT, 1962

Le spectre de réflexion permet, d'une part, d'apprécier l'oxydation du pigment en surface de la viande (R_{630} - R_{580} : VAN DER OORD *et al.*, 1973 ; $K/S_{572}/K/S_{525}$; STEWARD, 1965) et d'autre part, de mesurer la différence de couleur ΔE. Cette méthodologie nous a permis de mettre en évidence des différences de stabilité de la couleur de viandes bovines conservées au froid que ce soit entre muscles pour un animal donné ou entre races pour un muscle donné.

Race	Limousine		Charolaise		Frisonne	
Muscle	LD	GH	LD	GM	LD	GM
r	0,02	0,57	0,19	0,08	0,47	0,73
signification	NS	P<5°/₀₀	NS	NS	P<5 %	P<1°/₀₀

Coefficients de corrélations (r) entre l'instabilité de la couleur de la viande appréciée à l'aide du test ΔE et l'âge des animaux.

Nous avons montré (RENERRE, VALIN, 1979 ; RENERRE, 1982) que l'âge jouait un rôle important sur la stabilité de la couleur de la viande conservée au froid, au moins au niveau des muscles dont la couleur est peu stable (ex. *Gluteus medius* (Fessier)) et dont l'instabilité croîtrait avec l'âge. Cette observation a été faite dans le cas des races Limousine et Frisonne et n'a pas été mise en évidence dans le cas de la race Charolaise.

Conclusion

Contrairement aux autres qualités organoleptiques de la viande comme la tendreté ou la flaveur, la couleur est une qualité mesurable. Cela tient en particulier au fait que les trois paramètres définissant toute couleur c'est-à-dire :

- la source lumineuse
- l'échantillon dont on veut mesurer la couleur
- le détecteur (oeil ou appareil de mesure)

sont bien définis.

La lumière visible émise par la source est parfaitement caractérisée par sa courbe de répartition énergétique spectrale. L'onde lumineuse éclairant l'échantillon est en partie absorbée par les chromophores de la viande et en partie réémise par diffusion suivant des lois physiques connues. L'analyse du Stimulus qui attend le détecteur est réalisable grâce aux différents systèmes de couleur (ex. : système CIE, 1931) qui permettent l'obtention des coordonnées trichromatiques X, Y, Z.

Les quelques résultats relatés dans cet article montrent qu'au niveau de la production de ''jeunes bovins'' (animaux en fait d'âges très différents) on observe une grande variabilité des caractéristiques de couleur de ces viandes, variabilité qui peut être accentuée par les différences de précocité existant entre les races. Les mécanismes responsables de la stabilité de la couleur de la viande en cours de conservation à l'état réfrigéré nous sont encore largement inconnus et constituent un de nos axes principaux de recherche au laboratoire.

Références bibliographiques

CALLOW E.H., 1938. *Ann. Rep. Fd Invest. Bd.,* Lond., 45

CHARPENTIER J., 1966. *Bull. Soc. Sc. Hyg. Alim.,* **54**, 16

CHARPENTIER J., DUMONT B.L., 1962. *Journées C.E.T.A. - Elevage bovin.* Fév.-Mars 1962. Etude 673.

CHARPENTIER J., VERGE J.C., 1967. *XIIIth Europ. Meeting of Meat Res. Workers,* ROTTERDAM.

ERNST R., 1980. *33rd Ann. Recipr. Meat Conf.,* 22 June - INDIANA (U.S.A.).

HOOD D.E., RIORDAN E.B., 1973. *J. Food Technol.,* **8**, 333.

HUNT M.C., HEDRICK H.B., 1977. *J. Food Sci.,* **42**, 513.

LAWRIE R.A., 1950. *J. Agric. Sci.*, **40**, 356.

LAWRIE R.A., 1979 *Meat Science,* 3rd Ed., Pergaman Press, OXFORD.

LEGRAS P., 1980. Thèse d'Université, CLERMONT II.

Mac DOUGALL D.B., 1970. *J. Sci. Food Agric.*, **21**, 568.

Mac DOUGALL D.B., 1978. Communication personnelle.

POEL W.E., 1949. *Am. Physiol.*, **156**, 44.

RENERRE M., 1977. *Ann. Technol. Agric.*, **26**, 419.

RENERRE M., 1982. *Sci. Alim.* (à paraître). vol. 2, n°1.

RENERRE M., LEGRAS P., SORNAY P., 1981. *Sci. Alim.* (à paraître).

RENERRE M., VALIN C., 1979. *Ann. Technol. Agric.*, **28**, 181.

RILEY R.R., SAVELL J.W., SMITH G.C., 1980. *J. Food Sci.*, **45**, 1101.

STEWARD M.R., ZIPSER M.W., WATTS B.M., 1965. *J. Food Sci.*, **30**, 464.

TAYLOR A.A., SHAW B.G., Mac DOUGALL D.B., 1980. *Meat Sci.*, **5**, 109.

VALIN C., RENERRE M., TOURAILLE C., KOPP J., SORNAY J., 1978. *Ann. Nutri. Alim.*, **32**, 857-868.

VAN DEN OORD A.M.A., WESDROP J.J., 1971. *J. Food Technol.*, **6**.

WHIPPLE G.H., 1926. *Am. J. Physiol.*, **78**, 693.

WIERBICI E., CAHILL V.R., KUNKLE L.E., KLOSTERMAN E.W., DEATHERAGE F.E., 1955. *J. Agric. Food Chem.*, **3**, 244.

Bull. Techn. C,R.Z.V. Theix, I.N.R.A., 1982 (47) 55-58

En élevage charolais des zones herbagères, la situation s'est améliorée en 1980, mais bien des difficultés subsistent

Situation d'un groupe d'élevages charolais Nivernais et évolution par rapport à 1979, 1975 et 1971

M. LHERM, D. BEBIN, G. LIENARD, J. MARZIN, G. CARRERE*
avec la collaboration de J.M. BOISSAU

Laboratoire de Recherches sur l'Economie de l'Elevage
**C.T.-G.R.E.F. de Grenoble, Division I.N.E.R.M., Domaine Universitaire 38402 St Martin-d'hères*

Les zones herbagères du Nord Massif Central rassemblent près du tiers du troupeau allaitant producteur de viande rouge. Ces régions connaissent depuis le milieu des années 70 des difficultés économiques certaines, malgré les efforts d'amélioration de la productivité qu'ont entrepris les éleveurs de ces régions comme ceux d'ailleurs. Ces difficultés, régression des revenus, accroissement de l'endettement, croissance des troupeaux ralentie, apparaissent bien dans l'évolution du groupe d'élevages charolais de la Nièvre que nous suivons, pour certaines depuis 1971, et qui a fait l'objet de publications antérieures (*voir bibliographie*).

Nous pensons utile de présenter les résultats de la dernière campagne 1980 comparativement à ceux de la campagne précédente et qui concernent 68 élevages, les replaçant éventuellement dans l'évolution plus générale observée depuis 1971 (28 élevages) ou 1975 (46 élevages) (1).

Rappelons qu'il s'agit d'exploitations d'assez grande dimension plus de 50 hectares, ce qui est fréquent dans les zones où elles sont situées, Nivernais Central, entre Loire et Allier, Sologne Bourbonnaise (les exploitations dépassant 50 ha utilisent près de 80 p.100 de la SAU de la Nièvre, d'après le RGA 1980). Elles sont spécialisées sur la production bovine, qui fournit environ 70 p.100 du produit total. Toutes ont un troupeau de vaches allaitantes, mais les types de production sont variables selon les élevages, les ventes pouvant concerner des animaux maigres de différents âges (9, 12, 15-18, 24, 30 mois) ou des animaux finis (boeufs de 25, 28, 30-32, 36, 40 mois, deux élevages commercialisant des jeunes taureaux gras de 2 ans et un des taurillons de 18 mois).

Toutes peuvent être considérées comme des exploitations d'avenir. Un effort de modernisation plus ou moins important a été réalisé depuis une dizaine d'années par la plupart des exploitations du groupe. Sur l'ensemble des 68, 19 avaient un Plan de modernisation en cours au 1/1/1980 et 2 autres en présentaient un au cours de l'année 1980. Ce groupe n'est donc pas représentatif de l'ensemble des éleveurs de la zone, mais l'évolution observée n'en a pas moins une importance significative.

(1) Cette étude est menée en collaboration avec les Services Etude et Développement de la CHAMBRE D'AGRICULTURE et l'E.D.E. de la Nièvre.

I - Peu d'évolution dans les moyens de production entre 1979 et 1980, mais beaucoup depuis 1971 (tabl. 1)

L'augmentation continue de surface qui caractérisait le groupe des 28 élevages depuis 1971 est stoppée en 1980, mais la tendance se constate toujours sur l'ensemble des 68 (+ 1,6 ha). En revanche, la main-d'oeuvre se réduit encore, par le départ de quelques salariés. Chaque travailleur dispose, en moyenne, de plus de 60 ha SAU. La proportion de culture de vente, céréales + autres cultures de vente (A.C.V.), tend, très modestement, à s'accroître à nouveau, après la pose constatée en 1978 et 1979.

La valeur du capital matériel et bâtiment augmente de 12 p.100 par ha, du fait des investissements relativement importants réalisés par un certain nombre d'exploitations, notamment celles en Plan de modernisation. En revanche, la hausse du capital cheptel, qui représente 73 p.100 de l'ensemble, n'est que de 5 à 6 p.100 et résulte essentiellement de la variation des prix.

En effet, les troupeaux présents en moyenne sur l'année (UGB) s'accroissent très peu, moins de 1 p.100 globalement,

TABLEAU 1

Les moyens de production

ECHANTILLON	28 EXPLOITATIONS				46 EXPLOITATIONS***		68 EXPLOITATIONS****	
Année	*1971*	*1975*	*1979*	*1980*	*1975*	*1980*	*1979*	*1980*
1) - LA TERRE								
. S.A.U. (ha)	106,2	113,1	121,6	121,0	115,9	124,0	118,6	120,2
. Céréales + A.C.V. *(1)* % SAU ..	20,5	24,6	25,2	26,0	20,9	22,8	22,1	22,7
. N - P - K /ha SAU	25 - 47 - 23	35 - 50 - 32	47 - 62 - 37	49 - 60 - 36	15 - 35 - 18	43 - 55 - 33	44 - 56 - 34	43 - 55 - 34
. Fermage % SAU				72,1		72,1		71,4
2) - LE TRAVAIL								
. U.T.H. (nb)	2,30	2,12	1,96	1,86	2,15	2,02	2,00	1,97
. Salariés % total U.T.H.	36,0	29,7	27,8	28,5	29,3	27,7	28,0	27,4
3) - LE CAPITAL * *(2)* (F/ha SAU)								
. Animaux	2 163	3 562	4 814	5 096	3 699	5 274	5 082	5 321
. Matériel	358	737	912	923	720	918	965	983
. Bâtiment	214	517	751	1 074	544	1 027	800	995
. TOTAL	2 735	4 816	6 477	7 093	4 963	7 219	6 845	7 299
Indice **	*100*	*90*	*113*	*103*	[100]	[88]	‖100‖	‖94‖
4) - LE TROUPEAU								
. U.G.B. Bovins	70,8	86,1	96,5	95,5	90,8	98,9	97,2	97,0
dont U.G.B. Vaches *(3)*	32,7	40,1	44,9	44,4	40,2	44,6	42,7	42,7
U.G.B. Chatrons	15,8	15,7	19,6	19,0	20,0	21,9	23,0	22,3
. U.G.B. Ovins	4,0	4,0	6,2	7,7	6,6	9,2	7,4	8,5
. TOTAL U.G.B. *(4)*.....	74,8	90,3	102,9	103,3	97,7	108,4	104,9	105,7
5) - PRODUCTIVITE PHYSIQUE DU TRAVAIL								
. Nb ha SAU / UTH	45,7	52,6	61,4	64,4	53,6	61,4	59,3	61,6
. Nb UGB / UTH	32,4	43,0	52,3	55,2	46,1	54,0	53,1	54,6

* *Francs courants*

** *Indice francs constants (base 100 = 1971 pour les 28, 1975 pour les 46 et 1979 pour les 68)*

*** *Les 46 de "1975" comprennent les 28 de "1971"*

**** *Les 68 de "1979" comprennent les 48*

(1) A.C.V. = Autres Cultures de vente (maïs grain, colza, féverolle, pomme de terre)

(2) Capital "réduit"

(3) Vaches charolaises = 0,86 UGB ; vaches laitières = 0,90 UGB

(4) Bovin + Ovin + Chevaux

[ ] *Indice francs 1975*

‖ ‖ *Indice francs 1979*

avec une réduction très légère des bovins au profit des ovins (+ 15 p.100), quelques exploitations tendant à développer leur troupe de brebis. Mais du fait de la réduction de main-d'oeuvre, la productivité physique du travail continue à croître dans ces élevages où le cheptel par travailleur approche de 55 UGB en moyenne (+ 2,8 p.100 sur 1979) ce qui est élevé. Ainsi, pour le groupe des 28, l'évolution accomplie depuis 1971 est considérable : *en 10 campagnes, 41 p.100 d'hectares et 70,4 p.100 de cheptel par travailleur en plus.*

II - Les résultats des cultures de vente sont meilleurs (tabl. 2)

La campagne 1980 a été, comme en général en France, favorable aux céréales et autres cultures de vente. Les rendements moyens en blé (autour de 43 quintaux/ha, marge de 2 550 F) comme ceux de l'orge d'hiver (46 qx/ha, marge de 2 310 F) ont dépassé ceux de la meilleure année connue jusqu'alors, 1974. Les rendements en colza ont été parfois exceptionnels. En revanche, les céréales de printemps ont encore été décevants, comme le maïs grain (tabl. 2B) mais leur surface tend à se réduire.

Au total, l'ensemble des céréales et autres cultures de vente a procuré une marge de près de 2 250 F par ha, en augmentation de plus de 30 p.100 sur 1979 (+ 16 p.100 en francs constants). Même si les marges ainsi obtenues restent, on le verra, inférieures à la marge de la SFP, les résultats économiques obtenus sur les cultures ont contribué à soulager les trésoreries, en difficulté chez la plupart des éleveurs, et ils sont très appréciables, venant après une succession de mauvaises récoltes depuis 1975, dont certaines ont été désastreuses.

III - Les résultats économiques des productions bovines et fourragères sont également meilleurs

Les types de production évoluent peu globalement en 1980 par rapport à 1979, mais quelques changements s'annoncent dans certaines exploitations, sans qu'il y ait pour autant une modification radicale du système de production. Ainsi, chez les producteurs de maigres de 15 à 20 mois, on trouve une part croissante d'animaux non castrés, notamment sous l'influence de la demande italienne : vendus plus tôt en saison (juin) que les classiques chatrons de 18 mois, ils représentent en 1980 34 p.100 de l'effectif des 15-20 mois (contre moins de 15 p.100 en 1979) ; cette orientation s'accentuera encore en 1981. Chez les engraisseurs, on peut noter une tendance à finir une plus forte proportion d'animaux et à vendre des chatrons plus jeunes : ainsi, le nombre de boeufs gras vendus vers 36-38 mois diminue un peu, alors que celui des boeufs et jeunes taureaux de 24-26 mois gras progresse légèrement ; mais ce phénomène notamment la progression des taureaux de 2 ans sera plus marqué en 1981. En outre, sur l'ensemble des élevages, une plus forte proportion de vaches de réforme ont été engraissées et vendues en boucherie (60 p.100 contre 45 p.100 en 1979).

Les résultats économiques du troupeau dépendent, on le sait, principalement des performances zootechniques et de la valeur des animaux vendus.

1 - La production en veau du troupeau de mères baisse encore (tabl. 3)

Le recul de la productivité du troupeau de mères constaté en 1979 s'accentue en 1980. Il résulte principalement de la chute du taux de gestation, dont les conséquences économiques sont agravées par le fait que les éleveurs ont conservé une forte proportion de vaches improductives (7,4 p.100). En outre, les vêlages ont eu tendance à se retarder encore, au 21 mars 1980 pour l'ensemble des 68 contre le 20 mars 1979 et le 13 mars 1978. Le retard affecte davantage les multipares (IVV zootechniques : 378,1 jours, IVV économiques : 380,5 jours) que les primipares ; les décalages proviennent surtout des vêlages d'hiver (65,3 p.100 des vêlages de décembre à mars, contre 66,1 p.100 en 1979 et 72,2 p.100 en 1978) et non des vêlages tardifs (juin à septembre) dont la proportion reste voisine de 6 p.100. Tout ceci est la conséquence des mauvaises conditions d'alimentation de l'hiver 1978/79 caractérisé par une médiocre qualité des fourrages insuffisamment corrigée, et par les conditions difficiles du printemps 1979.

En revanche, la mortalité des veaux, qui s'était dangereusement accrue en 1979 est revenue à une valeur plus habituelle (10,4 p.100), mais la proportion de jumeaux est également plus faible, ce qui atténue l'amélioration.

Au total, le taux de productivité globale s'abaisse à une valeur de près de 76 p.100 (77,1 p.100 avec les achats). Les écarts entre élevages sont très importants et influencent la marge brute par UGBB (entre taux de productivité globale 1980 et marge brute finale par UGBB : r = 0,48 pour 91 élevages de la Nièvre et de la Creuse (2), tous systèmes confondus).

2 - Les poids de vente s'alourdissent (tabl. 4)

Fort heureusement, la baisse de productivité en veau est compensée par l'accroissement des poids moyens de vente de la plupart des catégories d'animaux. Celui-ci résulte en partie des conditions favorables de l'année, bonne qualité dans l'ensemble des fourrages consommés pendant l'hiver 1979/80 et pousse soutenue de l'herbe pendant l'été et l'automne 1980. Mais ce progrès résulte aussi des efforts d'amélioration technique mis en oeuvre progressivement par beaucoup d'éleveurs du groupe et dont les effets apparaissent mieux cette année, - meilleure complémentation des rations hivernales des élèves, - utilisation plus raisonnée de la complémentation au pré, - adoption progressive de l'ensilage d'herbe qui se substitue parfois partiellement à l'ensilage de maïs dont la réussite reste aléatoire, tendance qui se poursuivra en 1981 (tabl. 2C).

(2) 23 élevages charolais de la Creuse situés dans des régions herbagères du même type ont été également suivis en 1980 (en collaboration avec la C.P.B.C. et la Chambre d'Agriculture). Leurs résultats de productivité en veau et de marge par UGBB se recoupent largement avec ceux de la Nièvre.

TABLEAU 2

Résultats économiques des différentes productions
(en francs courants)

ECHANTILLON	28 EXPLOITATIONS				46 EXPLOITATIONS		68 EXPLOITATIONS	
Année	*1971*	*1975*	*1979*	*1980*	*1975*	*1980*	*1979*	*1980*
1) - CEREALES + AUTRES CULTURES DE VENTE (A.C.V.)								
* Marges céréales / ha céréales (F)	1 066	1 121	1 700	2 189	1 120	2 148	1 760	2 230
Rendement moyen / ha céréales (qx)	32,5	31,3	33,9	42,4	30,8	40,9	34,8	41,4
/ ha blé hiver (qx)	35,5	35,5	39,8	42,5	34,6	42,8	40,8	43,8
* Marges céréales + ACV/ha céréa.+ACV (F)	1 061	1 061	1 624	2 202	1 089	2 174	1 710	2 248
*Indice***	*100*	*69*	*73*	*83*	*[100]*	*[121]*	*[100]*	*[116]*
2) - BOVINS								
* par UGB Bovin : produit bovin (F)	1 156	1 850	2 305	2 915	1 849	2 915	2 326	2 931
dont . Variation inventaire *(1)*	107	148	- 57	174	137	151	- 16	110
. Ventes nettes	1 022	1 430	2 252	2 327	1 446	2 345	2 231	2 393
. Primes + aides élevage	7	86	2	139	78	136	8	139
. Réévaluation cheptel élèves	0	169	89	252	174	259	85	267
Marge Bovine (F) *(2)*	918	1 400	1 611	2 205	1 437	2 190	1 621	2 205
*Indice***	*100*	*105*	*84*	*96*	*100*	*93*	*100*	*120*
* par ha SFPB : Marge bovine (F) *(2)*	828	1 495	1 831	2 496	1 571	2 467	1 878	2 529
*Indice***	*100*	*125*	*105*	*120*	*100*	*95*	*100*	*119*
dont . Primes + aides élevage (F)	6	93	145	160	88	155	9	161
. Réévaluation cheptel élèves	0	185	102	289	199	296	100	310
* Chargement (UGB / ha SFP)	0,90	1,07	1,13	1,14	1,09	1,13	1,16	1,15
N - P - K / ha SFP	10 - 35 - 11	18 - 36 - 20	28 - 46 - 24	27 - 42 - 21	31 - 48 - 29	25 - 41 - 21	28 - 42 - 22	26 - 42 - 21

** *Indice francs constants (base 100 = 1971 ou [75] ou [[79]])*

(1) pondérale (à prix constant)
(2) Marge bovine finale (frais de culture de la surface fourragère déduits).

TABLEAU 2B

Rendement et marges par hectare pour l'orge de printemps, le maïs grain et le colza

Echantillon	28			46			68	
Année	1978	1979	1980	1978	1979	1980	1979	1980
ORGE DE PRINTEMPS :								
Nb pratiquant la culture ...	19	18	11	33	35	24	52	39
Surface (1)		8,8	9,7		7,4	6,0	7,5	5,8
Rendement (2) (q/ha)	28,5	32,2	35,1	29,1	31,0	34,6	31,6	36,1
Marge (3) (F/ha)	1 214	1 520	1 773	1 337	1 442	1 765	1 491	1 887
MAIS GRAIN :								
Nb pratiquant la culture ...	16	11	12	19	15	16	22	23
Surface (1)		10,5	6,7		9,6	5,7	8,2	5,0
Rendement (2) (q/ha)	40,5	40,3	46,7	41,6	43,2	47,2	44,0	47,4
Marge (3) (F/ha)	"1 474"	1 320	1 933	1 442	1 565	1 982	1 660	2 060
COLZA :								
Nb pratiquant la culture ...		2	3		4	5	9	9
Surface (1).....		5,5	3,7		4,9	9,0	7,2	9,5
Rendement (2) (q/ha)		11,3	26,7		11,8	29,7	18,0	31,6
Marge (3) (F/ha)		14	3 106		364	4 397	1 324	4 437

(1) *par exploitation en faisant* (2) *moyennes arithmétiques* (3) *en francs courants.*

TABLEAU 2C

Surfaces ensilées en maïs et herbe

	28		46		68	
	1979	1980	1979	1980	1979	1980
MAIS ENSILAGE						
% d'exploitations en faisant	75	64	72	65	75	71
(nb)	(21)	(18)	(33)	(30)	(51)	(48)
Surface moyenne (ha)(1)	5,5	5,8	5,2	5,3	5,2	5,2
Surface % SFP (2).....	4,6	4,2	3,9	3,6	4,2	3,9
HERBE ENSILEE						
% d'exploitations en faisant	21	36	33	35	32	34
(nb)	(6)	(10)	(15)	(16)	(22)	(23)
Surface moyenne (ha)(1)	10,7	10,4	6,5	10,7	7,1	10,7
Surface % SFP (2).....	2,5	4,1	2,3	3,9	2,5	3,9

(1) *par exploitation en faisant*
(2) *par rapport à la surface fourragère de l'ensemble des exploitations du groupe en faisant ou non.*

TABLEAU 2D

Charges proportionnelles du troupeau et de la surface fourragère
en F/UGBB (francs courants)

Echantillon	28				46		68	
Année	1971	1975	1979	1980	1975	1980	1979	1980
Aliments concentrés achetés	18,2	45,9	112,0	101,3	48,1	104,9	125,9	113,6
Aliments concentrés prélevés	71,2	109,6	175,0	173,9	98,4	176,3	181,0	171,9
TOTAL aliments concentrés	89,4	155,5	287,0	275,2	146,5	281,2	306,9	285,5
Aliments grossiers achetés	1,8	5,1	5,2	7,6	3,3	15,6	4,5	11,7
Frais vétérinaires	55,4	95,5	144,0	145,2	88,7	153,5	144,6	151,3
Autres approvisionnements (minéraux, aliment liquide...)	6,7	16,5	26,0	31,2	15,4	31,5	25,8	31,6
TOTAL charges du troupeau et de la S.F.P. *(1)*	238,0	450,0	695,0	710,0	412,0	724,8	705,3	726,4
Indice francs constants	*100*	*131*	*139*	*118*	[100]	[107]	[100]	[91]

(1) Le complément au total comprend les frais divers d'élevage, l'assurance mortalité et les charges de la SFP.

Parmi les mâles commercialisés en **maigre**, l'alourdissement est net pour les *chatrons de 22-24 mois* vendus avant la mise à l'herbe (+ 8 kg vif) et surtout pour les animaux de *15-20 mois* (+ 29 kg). Et dans cette dernière catégorie, l'amélioration moyenne a été atténuée du fait des ventes de taurillons maigres, qui contribuent à réduire le poids moyen de l'ensemble puisqu'ils pèsent 459 kg contre 483 kg pour les chatrons ; ce poids plus faible ne provient pas uniquement de la date de vente (en juin contre l'automne), car chez les éleveurs où ils ne représentent qu'une fraction des animaux, il s'agit plutôt des moins bons et chez les éleveurs où ils représentent la totalité des ventes de la catégorie ils ne bénéficient pas des meilleures techniques d'élevage. A l'opposé, le poids moyen de vente des *broutards* ne progresse pas et reste inférieur à 290 kg, alors que nous constatons chez 11 producteurs de broutards de la Creuse un poids moyen de 309 kg. De même, les poids des chatrons maigres de *28-32 mois* restent modestes malgré un alourdissement de 11 kg car les élevages qui les produisent sont de grandes exploitations menées extensivement.

Les poids de vente des **chatrons engraissés** s'améliorent sensiblement sauf ceux des *36-38 mois*, qui comprennent il est vrai un certain nombre d'animaux de fin de lot. Ainsi, les chatrons de *30-32 mois* gagnent 8 kg de carcasse. La progression est plus forte encore pour les chatrons engraissés en cycle court, produits il est vrai par des éleveurs d'un niveau technique très élevé : ainsi, les chatrons de *28 mois* (vente de juin à fin juillet) atteignent un poids moyen de 443kg (+ 44 kg) et ceux de *25-26 mois* finis à l'auge et vendus en avril-mai atteignent 439 kg (+ 37 kg). Il faut constater une fois de plus que les poids de carcasse les plus élevés correspondent aux animaux les plus jeunes ; même s'il s'agit d'animaux triés avec savoir-faire, ils montrent les possibilités d'intensification zootechniques que comportent ces types de production.

3 - Après deux années de stagnation, les prix de vente progressent pour toutes les catégories, mais moins que l'inflation (tabl. 3 et 4)

L'ampleur de la hausse varie selon l'époque de vente, puisqu'elle se développe sur toute l'année, et selon les catégories.

Elle n'est que de 0,20 F/kg vif pour les chatrons maigres de 22-24 mois (+ 2,2 p.100) et de l'ordre de 0,30 à 0,40 F (3 à 4 p.100) pour les animaux maigres de 15-20 mois. La modération de la hausse de cette dernière catégorie provient partiellement des taurillons maigres dont les prix sont inférieurs de 0,50 F/kg à ceux des chatrons vendus à l'automne. En revanche, les prix des chatrons maigres de 28-32 mois progressent en moyenne de 1,05 F/kg (+ 11,1 p.100) mais rappelons qu'ils avaient baissé en 1979, et par rapport à 1978 la hausse n'atteint pas 0,40 F/kg. Ce sont les broutards qui connaissent l'augmentation la plus soutenue depuis deux ans : + 1 F entre 1980 et 1979 (9 p.100) qui s'ajoute à une progression du même ordre de 1978 à 1979, les broutards étant les seuls à avoir bénéficié alors d'une telle majoration.

Les chatrons gras de 36-38 mois vendus en début d'année sont revalorisés de 0,90 F/kg de carcasse (5,7 p.100), ceux de 24 mois de 0,50 F/kg, ceux de 28 mois de 0,80 F/kg, ceux de 30-32 mois vendus en fin d'année augmentent davantage 1,30 F/kg (8 p.100). La hausse moyenne sur l'année des vaches de réforme engraissées est de l'ordre de 0,75 F/kg, soit 5 p.100 contre 11 p.100 pour les vaches vendues maigres ou pour l'élevage.

Le redressement des cours, pour appréciable qu'il soit, reste nettement inférieur à l'inflation et le relèvement des prix de

TABLEAU 3

Résultats techniques des bovins
Prix de vente de certaines catégories d'animaux bovins

ECHANTILLON	28 EXPLOITATIONS				46 EXPLOITATIONS		68 EXPLOITATIONS	
Année	1971		1975	1979	1980	1975	1980	1979	1980
A) - RESULTATS TECHNIQUES BOVINS (1)	(2)								
Taux de gestation (%)	92,0		91,7	90,5	89,5	91,3	90,2	91,9	90,1
Taux de prolificité (%)	103,4	103,2	103,7	104,9	102,3	104,2	102,5	104,3	102,7
Mortalité globale des veaux nés (%) ...	9,9	10,7	10,8	11,6	9,9	10,9	10,9	12,2	10,4
Nb de veaux produits % vache vêlée (nés + achetés)	95,2	93,8	93,5	93,6	93,4	93,8	92,9	92,9	93,3
Proportion de vaches improductives (%)	5,0		5,3	5,7	7,7	5,7	7,2	5,1	7,4
Taux de productivité globale :									
. Veaux nés (%)	80,7		79,2	78,6	75,2	79,0	75,6	79,2	76,0
. Veaux nés + achetés (%)	82,6		80,1	79,4	76,3	79,8	77,0	80,4	77,1
B) - PRIX DE VENTE (*)									
1) - MALES ET CHATRONS (3)									
. Maigres									
Veaux de 9 mois : Nb/exploit.	1,0		4,0	4,0	4,2	2,7	3,1	2,6	2,6
Prix	1 752		2 370	3 127	3 430	2 477	3 432	3 138	3 481
Chatrons 15-20 m. : Nb/exploit.	10,1		8,6	8,9	8,2	5,9	8,3	6,5	6,7
Prix	2 094		3 180	4 327	4 950	3 163	4 963	4 472	4 901
Chatrons 28-33 m. : Nb/exploit.	2,8		2,1	2,1	1,7	2,2	1,7	1,9	2,0
Prix	2 487		3 598	4 953	5 835	3 951	5 928	5 261	5 900
Chatrons 22-24 m. : Nb/exploit.	2,6		2,1	3,2	3,4	2,3	3,5	2,6	2,8
Prix	2 229		3 017	4 592	5 035	3 161	5 024	4 805	4 959
. Gras									
Chatrons 24-25 m. (auge) : Nb/exploit.	0,07		0,5	0,4	1,0	0,2	1,2	0,5	0,8
Prix	2 459		3 613	6 575	7 697	4 330	7 869	6 543	7 551
Chatrons 30-33 m. (herbe et auge) : Nb/exploit.	1,0		1,3	2,0	2,3	2,5	2,6	3,2	3,3
Prix	3 542		4 496	6 635	7 031	4 916	7 422	6 650	7 371
Chatrons 36-38 m. (auge) : Nb/exploit.	0,6		0,6	2,4	1,4	1,0	1,7	2,2	1,9
Prix	2 714		4 391	6 517	6 853	4 496	6 744	6 308	6 602
Taureaux 24-25 m. : Nb/exploit.					0			0,3	0,6
Prix								6 154	6 247
2) - GENISSES (3)									
Génisses 18 mois (maigres) : Nb/exploit.	1,1		1,6	1,5	1,0	0,9	0,8	0,9	0,7
Prix	1 979		2 636	3 404	3 798	2 610	3 814	3 790	3 959
Génisses 22-24 m. (maigres) : Nb/exploit.	4,3		4,2	3,4	3,1	3,3	2,4	2,8	2,6
Prix	1 884		2 524	3 886	4 262	2 504	4 264	3 978	4 321
3) - VACHES DE REFORME (3) (4) Nb/exploit.	7,9		9,7	11,5	12,4	9,6	11,9	11,4	11,6
Prix	2 128		3 388	4 624	5 151	3 458	5 202	4 761	5 262

(*) *En francs courants*
(1) Ensemble du troupeau allaitant, toutes races (charolais + croisées + laitières).
(2) Bilan de reproduction complet pour 16 exploitations seulement en 1971.
(3) Tout Etat et Toute Race
(4) Maigres + Grasses

TABLEAU 4

Caractéristiques des principales catégories bovines vendues
(en francs courants)

ECHANTILLON			28 EXPLOITATIONS				46 EXPLOITATIONS		68 EXPLOITATIONS	
Année			*1971*	*1975*	*1979*	*1980*	*1975*	*1980*	*1979*	*1980*
A) - *MALES (1)*										
. *MAIGRES* :	Veaux de 9 mois (d'automne)	Nb	0,8	3,6	3,6	3,9	2,7	2,9	2,2	2,3
		Poids vif	290	282	292	278	287	278	287	288
		F/kg vif	5,24	8,60	11,11	12,24	8,64	12,21	10,98	12,00
	Chatrons 15 + 18 + 20 m.	Nb	9,1	7,8	7,5	6,8	5,9	6,1	5,1	4,8
		Poids vif	443	442	438	478	442	481	447	476
		F/kg vif	4,77	7,22	9,98	10,17	7,16	10,37	10,00	10,34
	Chatrons 28 + 30 + 33 m.	Nb	2,6	1,9	2,0	1,7	2,2	1,7	1,7	1,9
		Poids vif	595	574	561	550	581	557	556	567
		F/kg vif	4,40	6,53	9,05	10,54	6,80	10,61	9,39	10,44
	Chatrons 22-24 m. (M + 1/2 G)	Nb	2,2	2,0	3,0	3,0	2,3	2,7	2,3	2,1
		Poids vif	487	472	484	502	482	511	491	499
		F/kg vif	4,61	6,41	9,56	9,92	6,98	10,03	9,86	10,07
. *GRAS* :	Chatrons 30 + 32 mois	Nb	0,7	0,7	2,0	2,3	2,5	2,6	3,1	3,3
		Poids net	394	395	404	401	386	417	406	414
		F/kg net	8,65	13,06	16,43	17,56	12,74	17,82	16,49	17,81
	Chatrons 36 + 38 mois	Nb	0,6	0,5	2,3	1,4	1,0	1,6	2,1	1,8
		Poids net	383	399	413	410	397	409	408	401
		F/kg net	7,09	11,52	15,96	17,07	11,33	16,69	15,57	16,46
B) - *FEMELLES (1)*										
. *MAIGRES* :	Génisses 18 mois	Nb	0,6	1,1	1,2	0,9	0,9	0,7	0,6	0,6
		Poids vif	355	384	369	368	386	370	375	369
		F/kg vif	4,56	7,07	9,43	9,68	6,78	9,82	9,33	9,91
	Génisses 24 mois	Nb	3,4	3,9	2,2	1,6	3,3	1,2	2,0	1,4
		Poids vif	396	414	383	400	419	399	394	406
		F/kg vif	4,86	6,01	10,11	10,29	6,06	10,42	9,99	10,40
C) - *VACHES (1)*										
. *MAIGRES* :		Nb	3,4	4,1	5,6	3,7	3,9	3,3	4,5	2,9
		Poids vif	608	614	599	608	618	608	591	609
		F/kg vif	3,81	5,44	7,81	8,66	5,52	8,89	7,98	8,83
. *GRASSES* :		Nb	0,5	2,9	2,9	3,4	3,3	3,7	3,7	4,0
		Poids net	363	355	339	355	357	357	353	360
		F/kg net	7,24	11,06	15,22	15,88	11,20	16,00	15,25	16,01

(1) Animaux Charolais "Normaux".

vente par tête provient autant de l'amélioration des poids. Ainsi, en considérant l'ensemble des animaux vendus dans la catégorie (''normaux'', malades et culards inclus), la progression est minime pour les chatrons maigres de 22-24 mois (3 p.100), elle est de l'ordre de 10 p.100 pour les maigres de 15-20 mois, de près de 11 p.100 pour les broutards et de 12 p.100 pour les chatrons maigres de 30 mois (mais de moins de 8 p.100 par rapport à 1978). De même, elle est plus faible pour les chatrons de 36-38 mois (5 p.100) que pour ceux de 30-32 mois (11 p.100) et surtout les chatrons de 24-25 mois (15 p.100) qui regroupent les meilleurs animaux dont certains sont exceptionnels. La hausse moyenne des prix des vaches de réforme, finies ou non, est de 10,5 p.100, grâce à la plus forte proportion d'animaux engraissés.

4 - Les marges par UGBB et par hectare de surface fourragère se rétablissent (tabl. 2)

Le produit par UGBB atteint en moyenne près de 3 000 F en 1980, soit une progression de 605 F (26 p.100) par rapport à 1979. Celle-ci a plusieurs origines. L'augmentation des prix de vente des animaux se répercute sur le volume des ventes nettes (+ 162 F, + 7,3 p.100), d'une façon d'ailleurs atténuée, car la variation d'inventaire pondérale est positive (110 F/UGB) alors qu'elle était négative en 1979 : il y a en effet, entre le début et la fin de l'exercice, un très léger accroissement du troupeau de vaches (+ 1,9 p.100) et de génisses (+ 2,9 p.100) mais surtout les animaux sont un peu plus lourds à l'inventaire de clôture. A cela s'ajoute l'effet de la hausse des cours sur le cheptel élève présent à la clôture (267 F/UGBB de réévaluation élève), valeur qui certes, contribue à accroître le produit mais qui n'est pas disponible en trésorerie (voir plus loin). En revanche, les aides jusqu'alors négligeables atteignent 139 F par UGBB, essentiellement grâce à la prime vache allaitante (115 F/UGBB), car les compléments de prix ONIBEV restent absolument négligeables dans ces types de production (24 F/UGB) contrairement à ce qu'ils sont en production de taurillon.

Les charges proportionnelles relatives au troupeau et à la surface fourragère augmentent peu (21 F/UGBB). Cela est nouveau et provient essentiellement d'une limitation des concentrés dont les quantités sont réduites (grâce au pâturage plus soutenu et à la meilleure qualité des fourrages hivernaux) ; en effet, les frais de la SFP évoluent de 10 à 11 p.100 par le seul jeu des prix.

La marge finale augmente de 584 F par UGBB (36 p.100 soit 20 p.100 en francs constants), évolution annuelle jamais observée depuis 1972. Le chargement restant constant (malgré la progression de l'ensilage d'herbe, mais la fertilisation reste inchangée), la marge par hectare de surface fourragère évolue comme la marge par UGB.

Néanmoins, la marge par UGBB reste légèrement inférieure en francs constants à ce qu'elle était en 1971, d'après les résultats des 28 élevages (indice 96) et seule l'augmentation du chargement (+ 28 p.100) permet une amélioration de la marge par hectare de 20 p.100 par rapport à cette année de référence.

IV - Résultats économiques globaux

1 - Les revenus se rétablissent (tabl. 5)

L'amélioration des marges des cultures et de la production bovine comme celle des marges procurées par les ovins (7 p.100 du total global) permettent une sensible augmentation de la marge brute globale par hectare SAU (+ 652 F, 33 p.100 par rapport à 1979). Cependant, les charges de structure poursuivent leur inquiétante ascension (+ 203 F, + 15 p.100), du fait de tous les postes : travail, mécanisation et foncier : 13 à 14 p.100, bâtiments et divers : 23 à 24 p.100, frais financiers : 10 p.100.

Au total, le revenu s'améliore nettement par hectare (+ 449 F en revenu agricole, + 461 F en revenu du travail et des capitaux propres d'exploitation, soit environ 80 p.100), comme par travailleur (+ 30 600 F, + 90 p.100), et même déduction faite de l'érosion monétaire la progression est appréciable (+ 59 p.100 par hectare, + 68 p.100 par travailleur). Mais le revenu 1979 était excessivement faible.

Néanmoins, sur les 68 exploitations, deux ont encore un revenu du travail et des capitaux propres par UTH négatif, contre 7 l'exercice précédent.

Par rapport à 1971, et pour le groupe des 28, le revenu par hectare reste cependant plus faible en francs constants (indice 91), malgré les meilleurs résultats techniques, essentiellement du fait de l'alourdissement continuel des charges, notamment des charges de structure (indice 120), et l'amélioration du revenu par travailleur (indice 131) provient exclusivement de l'exceptionnelle progression de la productivité du travail.

Il faut de plus considérer que l'amélioration du revenu entre 1979 et 1980 est dué pour 23 p.100 aux aides et pour 30 p.100 à la réévaluation du cheptel élève non disponible en trésorerie, comme d'ailleurs les variations d'inventaire positives. C'est pourquoi il est nécessaire de prolonger l'analyse en prenant en compte les problèmes de financement des exploitations.

Revenu du travail et des capitaux/UTH	< 0 F		0 à 40 000		40 000 à 100 000		> à 100 000	
	1979	1980	1979	1980	1979	1980	1979	1980
NB d'exploitations (1)	7	2	36	14	24	43	1	9

(1) sur les 68.

TABLEAU 5

Résultats économiques globaux
(en francs courants)

ECHANTILLON	28 EXPLOITATIONS				46 EXPLOITATIONS		68 EXPLOITATIONS	
Année	*1971*	*1975*	*1979*	*1980*	*1975*	*1980*	*1979*	*1980*
I - RESULTATS ECONOMIQUES GLOBAUX								
1) - *EN FRANCS/HA SAU*								
Produit brut d'exploitation	1 120	1 906	2 560	3 285	1 993	3 284	2 626	3 350
Charges proportionnelles (affectables)	209	468	696	790	449	763	695	767
Marge brute	911	1 438	1 865	2 495	1 544	2 521	1 931	2 583
Charges de structure réelles (+ *(1)*)	518	866	1 405	1 574	876	1 581	1 391	1 594
Revenu Agricole	393	572	460	921	668	940	540	989
Revenu du travail et des capitaux propres d'exploitation	422	587	490	968	695	990	569	1 030
Indice **	*100*	*96*	*55*	*91*	[*100*]	[*87*]	[*100*]	[*159*]
2) - *EN FRANCS PAR TRAVAILLEUR (U.T.H.)*								
* Revenu du travail propres d'exploitation								
▪ avec réévaluation cheptel élèves ..	19 000	30 019	29 376	62 721	35 998	61 505	33 796	64 431
Indice **	*100*	*109*	*74*	*131*	[*100*]	[*104*]	[*100*]	[*168*]
▪ sans réévaluation cheptel élèves ..	19 000	22 983	24 949	49 548	28 962	48 363	29 574	50 900
Indice **	*100*	*83*	*63*	*104*	[*100*]	[*102*]	[*100*]	[*152*]
* Revenu du travail avec réévaluation cheptel élèves ..	11 302	14 336	8 378	38 721	19 356	37 406	11 771	39 912
Indice **	*100*	*88*	*35*	*136*	[*100*]	[*117*]	[*100*]	[*299*]
* dont : - total primes + aides	217	3 948	63	7 167	3 303	6 936	°367	7 430
- réévaluation cheptel élèves	0	7 036	4 423	13 173	7 921	13 142	4 223	13 531
II - DETAILS DE CERTAINES CHARGES REELES								
a) - Proportionnelles (F/ha SAU)								
- Engrais	88	203	294	335	182	301	271	307
- Aliments concentrés achetés	24	48	121	113	60	119	137	123
- Vétérinaire	37	82	117	125	79	132	124	130
b) - de structure (F/ha SAU)								
- Travail	118	157	256	281	155	281	240	272
- Mécanisation	124	242	351	397	231	392	349	394
- Bâtiment	14	37	57	74	41	82	66	82
- Foncier	174	253	441	484	276	500	445	506
- Divers	62	100	147	176	102	174	147	181
- Frais financiers	24	64	136	144	60	136	127	140
TOTAL	516	853	1 389	1 556	865	1 565	1 374	1 575
Indice **	*100*	*114*	*128*	*120*	[*100*]	[*110*]	[*100*]	[*101*]
c) - CRITERES SPECIFIQUES (F)								
Charges salariales *(2)* /UTH salariés	12 505	21 217	38 787	46 396	21 427	48 792	38 926	46 514
Fermage/ha affermé (F)	168	310	467	463	321	483	474	486

** *Indice en francs constants (base 100 = 1971 ou [1975] ou [1979])*

(1) + charges proportionnelles non affectables.
(2) Salaires + Avantages en nature + Charges sociales salariées

2 - L'endettement reste très élevé et le revenu ''disponible'' représente moins de la moitié du revenu agricole (tabl. 6 et 7)

En effet, le revenu agricole n'est pas entièrement disponible pour la famille. Il sert au remboursement des emprunts ; ainsi l'ensemble des remboursements à effectuer sur l'exercice (capital des emprunts d'exploitation + annuités des emprunts fonciers + C.T. + O.C.C. et dettes) représente 61 p.100 du revenu agricole (contre 119 p.100 en 1979) (tabl. 6). Mais cet indicateur est encore insuffisant. En effet, le revenu agricole doit financer, au moins partiellement, d'autres augmentations de capital qui revêtent plusieurs formes : variations d'inventaires positives des différentes productions de l'exploitation, y compris les réévaluations du cheptel élève, accroissement de la valeur des stocks d'approvisionnement et nouveaux équipements. Nous avons tenté d'établir un bilan approché de l'ensemble des ressources et des emplois (tabl. 7).

Les possibilités d'autofinancement sont représentées par le cash-flow (C.F.) (revenu agricole auquel sont ajoutés les éléments du compte perte et profit où nous mettons la réévaluation du cheptel reproducteur, et la valeur des amortissements). Les premiers investissements correspondent aux variations positives d'inventaires sur les productions, essentiellement le cheptel, auxquelles s'ajoutent les réévaluations ; ce premier ensemble mobilise le tiers du cash-flow. Les remboursements d'emprunt et dettes absorbent 45 p.100 des ressources (60 p.100 pour les 28 exploitations très endettées) : ceci provient de l'accumulation de l'endettement contracté au cours des campagnes précédentes qui ont été une succession d'années à faible revenu, notamment 1979 où le montant des remboursements à effectuer dépassait le revenu agricole (voir publications antérieures). Le solde disponible (22 p.100 du C.F. pour les 68,7 p.100 pour les 28) excède les nouveaux investissements de l'année (25 p.100 du C.F.) réalisés en matériel et bâtiment dans certaines exploitations, notamment celles en Plan de modernisation. On comprend la nécessité de recourir à de nouveaux emprunts (ou de reconduire courts-termes et dettes). Grâce à eux, le ''disponible'' (II) remonte à près de 50 000 F par exploitation, en moyenne pour les 68. Nous reviendrons plus loin sur la signification de ce disponible.

Les nouveaux investissements en matériel et bâtiments sont supérieurs aux amortissements mais l'inflation jouant, ils ne traduisent qu'un renouvellement de ceux-ci. D'ailleurs, malgré la revalorisation du cheptel, le capital d'exploitation (réduit au cheptel + matériel + bâtiments) n'augmente que de 10 p.100 en francs courants et diminue donc en francs constants. Les nouveaux emprunts étant du même ordre que les remboursements de l'exercice, l'endettement reste au même niveau en francs constants pour les 68 (et se réduit même légèrement pour les 28, du fait du remboursement des L.M.T.), contrairement aux exercices précédents. La croissance en francs courants, du capital d'exploitation fait diminuer le taux d'endettement de 31 à 29 p100 pour les 68 (et de 37 à 30 p.100 pour les 28). Cependant, les courts-termes OCC et dettes, déjà conséquents, s'alourdissent encore de 5 600 F en moyenne par exploitation sur l'ensemble des 68, ce qui traduit les difficultés qu'ont à nouveau connu un certain nombre d'exploitations notamment celles ayant obtenu les plus faibles revenus.

Ainsi, partant d'un revenu agricole d'un bon niveau, cette année (116 600 F par exploitation (3) contre 60 000 F en 1979), on retrouve un ''disponible'' inférieur à 50 000 F (3) (moins de 43 p.100) et il n'est que de 28 200 F pour les 28 ; ce ''disponible'' devant servir, dans l'approche faite, à financer encore l'accroissement de valeur des stocks d'approvisionnement (et des autres immobilisations comme les parts sociales), les variations des comptes-courants et enfin les prélèvements familiaux. Ceci est la conséquence d'un nécessaire accroissement de capital personnel dont une partie n'est qu'une ''résistance forcée à l'inflation''. Cette analyse montre aussi *les problèmes spécifiques que pose en élevage et notamment en période d'inflation, la fiscalisation directe des revenus,* dont une partie est obligatoirement immobilisée et dont une fraction seulement est disponible en trésorerie familiale.

Conclusion

La campagne 1980 a été favorable du point de vue climatique aux céréales et à la pousse de l'herbe, ce qui a permis aux éleveurs de mieux tirer parti des efforts d'amélioration techniques entrepris depuis quelques années. Elle a été également bénéfique au plan économique grâce à une certaine hausse des prix de vente des animaux venant après deux années de quasi stagnation, à laquelle s'est ajoutée l'aide spécifique aux troupeaux allaitants. Les revenus se sont redressés après plusieurs campagnes déficitaires qui ont entraîné un endettement considérable laminant le revenu disponible. D'autant plus qu'une fraction importante de l'augmentation de revenu est immobilisée. Ces résultats rejoignent ceux observés par le Service de Développement Agricole (SDA) de la Chambre d'Agriculture de la Nièvre (J. DOLBEAU, 1980) et du CERCN (M. CORBEX, 1981).

Plusieurs points restent néanmoins préoccupants :

L'endettement, particulièrement en courts-termes, demeure élevé vis-à-vis des revenus ''disponibles'' espérables. Les réétalements d'emprunts prévus en 1981, absolument indispensables pour un certain nombre d'exploitations, devraient améliorer la situation mais l'assainissement sera long. En outre, il faudrait pouvoir réduire les aléas de la conjoncture économique de ces systèmes de production.

La productivité en veau du troupeau de vaches baisse depuis plusieurs années. Cela résulte essentiellement des faibles taux de gestation, dont les valeurs restent trop dépendantes des conditions de la mise à l'herbe. Sans doute, un effort sur l'alimentation hivernale serait-il à réentreprendre dans certaines étables, parallèlement à une élimination plus stricte des vaches improductives.

Le chargement des surfaces fourragères n'augmente plus depuis plusieurs années, malgré l'adoption progressive de l'ensilage d'herbe en complément du maïs ensilage dont les surfaces se stabilisent. Le chargement moyen obtenu (1,15) est

(3) pour environ 1,2 à 1,3 ''ménages''.

TABLEAU 6

Endettement
(en francs courants)

ECHANTILLON	28 EXPLOITATIONS				68 EXPLOITATIONS	
Années	*1971*	*1975*	*1979*	*1980*	*1979*	*1980*
1) - CAPITAL FIXE D'EXPLOITATION						
(1) (2) F/Exploitation	287 516	527 752	771 850	843 535	780 984	858 834
2) - EMPRUNTS *(1)*						
21) - *Emprunts d'exploitation*						
L.M.T. F/Exploitation	56 725	139 405	246 728	222 609	213 424	212 386
(dont M.T. "calamite") F/Exploit.	(0)	(19 663)	(59 590)	(46 305)	(61 341)	(46 169)
Court Terme *(3)* F/Exploitation	6 336	13 241	27 983	26 167	22 736	27 102
O.C.C. (montant 31/12)	357	3 842	6 752	6 548	3 708	7 062
Dettes fournisseurs			5 552	893	2 433	368
TOTAL	63 448	156 488	287 014	256 217	242 301	246 918
22) - *Autres emprunts*						
Foncier (+ Drainage) F/Exploit.	41 811	85 481	90 210	86 404	76 593	91 401
Habitation F/Exploit.	3 521	6 645	10 772	9 278	12 316	12 816
23) - *TOTAL ENDETTEMENT*	108 780	248 614	387 996	351 899	331 210	351 139
3) - REMBOURSEMENT DANS L'EXERCICE (F/Exploitation)						
31) - L.M.T. (Capital)	6 046	15 244	39 870	37 528	34 411	32 644
32) - C.T. (Capital)	5 362	21 648	35 573	38 813	27 631	27 090
33) - Fonciers (annuités + drainage) ..	3 874	10 306	9 694	10 213	7 111	9 212
TOTAL (31) + (32) + (33)	15 282	47 198	85 137	86 555	69 153	68 946
% du revenu agricole	*37*	*77*	*163*	*79*	*116*	*59*
34) - O.C.C. (Variation) (4)	0	0	1 201	1 768	1 942	784
35) - Dettes remboursées			0	2 695	103	1 256
TOTAL (31) (32) (33) (34) (35) ..	15 282	47 198	86 338	91 018	71 198	70 986
% du revenu agricole	*37*	*77*	*165*	*83*	*119*	*61*
4) - NOUVEAUX EMPRUNTS D'EXPLOITAT. contractés dans l'exercice *(1)*						
41) - L.M.T.	14 621	46 385	26 621	19 462	20 000	27 025
42) - C.T.	6 366	13 241	27 983	26 167	22 786	27 102
TOTAL (41) + (42)	20 987	59 626	54 604	45 629	42 786	54 127
43) - O.C.C. (variation) (5).....	0	2 056	1 422	2 161	1 066	2 839
44) - Dettes (variation)			3 878	0	1 744	0
TOTAL (41) (42) (43) (44)	20 987	61 682	59 904	47 790	45 596	56 966

(1) Situation au 31 décembre de chaque année
(2) Capital fixe = capital réduit : cheptel + matériel + bâtiments
(3) Non compris les dettes fournisseurs et les O.C.C.
(4) Diminution du montant des O.C.C. (Sortie-Entrée)
(5) Augmentation du montant des O.C.C. (Sortie-Entrée)

TABLEAU 7

Utilisation du revenu et financement des investissements
Campagne 1980
(en francs par exploitation)

ECHANTILLON	28 EXPL.	68 EXPL.
REVENU AGRICOLE FAMILIAL (dont aides)	110 114 (13 403)	116 650 (14 495)
% du cash-flow	*73*	*74*
RECETTES EXCEPTIONNELLES :		
+ Revente matériel	3 166	2 745
+ Aides exceptionnelles *(1)*	143	482
+ Plus-value sur vente de reproducteurs	197	252
+ Réévaluation cheptel reproducteurs	7 224	6 975
TOTAL	10 730	10 454
% du cash-flow	*7*	*7*
Résultat d'entreprise (dont aides)	120 844 (13 546)	127 104 (14 977)
% du cash-flow	*80*	*81*
AMORTISSEMENTS (matériel + bâtiments + améliorations foncières)	30 560	29 381
% du cash-flow	*20*	*19*
CASH-FLOW	151 404	156 485

	28 EXPL.	68 EXPL.
CASH FLOW	151 404	156 485
		100%
VARIATIONS DES STOCKS DE PRODUCTION		
- Bovin :		
. Variation pondérale	+ 15 661	+ 14 233
. Réévaluation élèves	+ 25 210	+ 26 558
. Réévaluation reproducteurs	+ 7 224	+ 6 975
- Ovin	+ 1 725	+ 1 802
- Porc	+ 51	+ 631
- Céréales + ACV (+avances aux cultures)	+ 211	+ 486
TOTAL	50 082	50 685
% du cash-flow	*33*	*32*
	101 322	105 800
REMBOURSEMENTS D'EMPRUNTS		
Total *(2)*	91 018	70 986
% du cash-flow	*60*	*45*
DISPONIBLE (I)	10 304	34 814

	28 EXPL.	68 EXPL.
Disponible (I)	10 304	34 814
% du cash-flow	*7*	*22*
NOUVEAUX INVESTISSEMENTS		
- Matériel	24 580	27 494
- Bâtiment	5 310	10 613
- Améliorations foncières	0	3 968
TOTAL	29 890	42 075
% du cash-flow	*20*	*25*
SOLDE après investissements	-19 586	-7 261
NOUVEAUX EMPRUNTS		
Total *(3)*.....	47 790	56 966
DISPONIBLE (II)*(4)*	28 204	49 705

(1) Amortissement des subventions d'équipement + Primes d'orientation des Plans de Développement + D.J.A.

(2) L.M.T. + C.T. + Foncier + Diminutions des O.C.C. et dettes (voir tableau VI)

(3) L.M.T. + C.T. + Foncier + Augmentation des O.C.C. et Dettes (tableau VI)

(4) Pour financer l'accroissement des stocks d'approvisionnement, les variations de liquidités (comptes-courants) et les prélèvements familiaux.

proche de celui des exploitations de même surface suivies en gestion par le SDA (1,18). Il est évidemment supérieur à la moyenne départementale estimée par J. DOLBEAU à 0,85 UGB par hectare. La stagnation du chargement observée dans l'échantillon est en partie compensée par l'accroissement de poids et de valeur des animaux à la vente, du moins chez les éleveurs conduisant le mieux leur troupeau, comme certains producteurs de chatrons maigres de 18 mois et beaucoup d'engraisseurs de chatrons de 25, 28 et 30-32 mois ; probablement est-ce plus décisif sur le plan économique. Une certaine croissance du cheptel est à attendre pour l'avenir dans un certain nombre d'élevages, spécialement ceux ayant démarré un plan de modernisation et qui sont parmi les plus petites exploitations de l'échantillon (105 ha de moyenne contre 126 ha pour les hors plans). Mais l'accroissement de cheptel risque de se faire en partie par l'agrandissement des surfaces.

Une augmentation du chargement serait cependant souhaitable et possible. Certaines exploitations du groupe (13 p.100) atteignent ou dépassent 1,40 UGB par ha SFP, ce qui leur permet d'obtenir une marge plus élevée (3 180 F par ha SFP contre 2 560 F pour l'ensemble) et un meilleur revenu par hectare SAU (1 175 contre 989 F/ha) ; cependant, il s'agit d'exploitations de plus faible surface que l'ensemble (78 ha) et l'intensification leur permet de combler partiellement cet handicap (51,2 UGB par UTH, contre 54,6 et 60 200 F de revenu par UTH contre 64 400 F pour l'ensemble, avec un taux de remboursement par rapport au revenu agricole plus élevé, 76 p.100 contre 61 p.100).

Il faudrait aller plus loin. Mais les freins à une intensification plus poussée sont nombreux. Certains émanent des conditions naturelles de sol et de climat, d'autres découlent de l'effort de capitalisation que cela entraîne et dont on voit bien les conséquences sur les trésoreries, surtout en année difficile ; d'autres encore proviennent du surcroit de travail qui en résulte pour les éleveurs, surtout dans les grandes exploitations où le cheptel déjà présent par travailleur est élevé (près du quart des élevages comptent plus de 70 UGB par UTH), d'autant qu'il s'agit de naisseurs engraisseurs. C'est pourquoi le déblocage de la situation pourrait sans doute être facilité par une extension des *drainages correctement réalisés.* Pour certaines exploitations, notamment les grandes, une diversification du système de production deviendrait possible, par extension d'une sole céréalière et autres cultures, dont les rendements pourraient être enfin améliorés et sécurisés, si l'effort technique est fait. Cette diversification faciliterait une meilleure utilisation des surfaces fourragères avec le même cheptel et elle aurait l'avantage d'une meilleure sécurité économique à long terme. Pour tous, cela augmenterait le potentiel de production et d'utilisation de fourrages de bonne qualité, clés d'un chargement amélioré mais aussi d'une production d'animaux plus lourds, vendus si possible après une finition correcte. On pourrait aussi en espérer un ralentissement de l'agrandissement des exploitations déjà grandes et freiner l'érosion démographique de ces régions faiblement peuplées. Il nous semble qu'une amélioration foncière de ces zones herbagères devrait être considérée comme un investissement collectif prioritaire.

REMERCIEMENTS

Nous remercions tous ceux qui ont permis cette étude, les Organisations Professionnelles de la Nièvre, Services Etude et Développement de la Chambre d'Agriculture, E.D.E. et tout particulièrement les éleveurs qui acceptent de collaborer avec nous.

Références bibliographiques

CARRERE G., LIENARD G., 1976. Résultats économiques d'un groupe d'élevages de vaches charolaises - Evolution sur 4 ans : 1971-1974. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix* - I.N.A., **23**, 19-34.

CARRERE G., LIENARD G., FAYET J.C., 1980. Revenus de l'année 1978 d'un groupe d'élevages charolais nivernais - Comparaison par rapport aux années 1977, 1975 et 1971. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix,* I.N.R.A., **41**, 65-75.

CARRERE G., LHERM M., MARZIN J., LIENARD G., en coll. avec D. BEBIN, 1981. Résultats économiques de l'année 1979 pour un groupe d'élevage charolais nivernais - Evolution par rapport aux années 1978, 1975 et 1971 et conséquences générales. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix,* I.N.R.A., **43**, 37-48.

DOLBEAU J., 1981. *Situation économique des exploitations de la Nièvre.* Communication à la journée du 2 octobre 1981, 14 p. Chambre Régionale d'Agriculture de Bourgogne.

DOLBEAU J., 1981. *Résultats techniques et économiques des exploitations agricoles, Campagne 1980.* Section technico-économique du Service de Développement de la Chambre d'Agriculture de la Nièvre, 28 p.

CORBEX M., 1981. *Etude de groupe, Campagne 1980.* Centre d'Economie Rurale et de Comptabilité de la Nièvre, 26 p.

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA NIEVRE, Service Etude. *Tableau de bord de l'agriculture Nivernaise.* Ed. 1981, 50 p.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE, S.R.S.A. Bourgogne, 1981. *Structures des exploitations en 1979, d'après le R.G.A.*, 18 p.

Les deux articles précédents relatifs aux sections VII et VIII du Ve Symposium International sur la Physiologie des Ruminants achèvent la série de résumés des 8 chapitres parus dans l'ouvrage : "Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants".

L'ensemble de ces textes parus dans le Bulletin Technique, numéros 44 à 47 inclus, est rassemblé dans un numéro spécial que nous tenons à votre disposition aux conditions indiquées ci-dessous :

BON DE COMMANDE

A adresser à : Institut National de la Recherche Agronomique
Service des Publications
C.N.R.A. route de St-Cyr
78000 Versailles

Veuillez me faire parvenir : ..... exemplaires de

PHYSIOLOGIE DE LA DIGESTION ET
METABOLISME CHEZ LE RUMINANT

Prix : 30,00 F T.T.C.

que je règle

- par virement au C.C.P. PARIS 9064-43 V, Régisseur des Publications
- par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des Publications

NOM .....

Adresse .....

.....

.....

Date : Signature

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (47) 69-72

SECTION VII

Adaptation digestive

M. CHENOST

Laboratoire des Aliments

Que ce soit au cours de la croissance de l'animal ou pendant la phase adulte à l'occasion de variations du régime alimentaire, les phénomènes digestifs (enzymatiques et/ou microbiens) vont subir en permanence des modifications tendant à optimiser l'utilisation des aliments ingérés par l'animal. C'est ce que la 7ème session du symposium s'est attachée à analyser encore que la nature des sujets traités, différents les uns des autres, rende cette session quelque peu hétérogène.

On peut toutefois distinguer trois grands thèmes à travers les rapports généraux et les courtes communications :

- adaptation digestive suivant l'âge et l'état physiologique de l'animal,
- adaptation digestive suivant le régime : composition de la ration et techniques d'alimentation, régimes riches en azote non protéique,
- cas particuliers des régimes que nous appelerons ''non conventionnels'' : traitement des déjections animales par leur utilisation dans l'alimentation des ruminants, utilisation de certains aliments tropicaux.

Adaptation digestive suivant l'âge et l'état physiologique de l'animal

Les auteurs du premier rapport (THIVEND, TOULLEC, GUILLOTEAU R 27) passent en revue l'état des connaissances sur les trois grands phénomènes auxquels le jeune a ou peut avoir à faire face pendant les premiers mois de sa vie :

- l'adaptation à la vie extra-utérine et la mise en place des mécanismes digestifs et l'absorption,
- le maintien au stade préruminant (3 à 4 mois ou plus dans certains pays européens producteurs de veaux de boucherie lourds maintenus sur régimes lactés),
- le passage de l'état préruminant à l'état ruminant au cours du sevrage.

L'évolution relative, dès la naissance, des différentes activités enzymatiques est maintenant bien décrite. En revanche, on sait encore peu de choses sur l'installation de la motricité digestive. Celle-ci devient organisée 4 à 6 jours après la naissance. Elle est étroitement liée à la contamination microbienne du tractus digestif (TD) qui, elle, s'installe très tôt après la naissance. Dans l'ensemble la digestibilité augmente avec l'âge entre la naissance et la 5ème semaine. Elle est d'autant plus faible pour les lipides et les protéines que le poids à la naissance est faible.

L'absorption des immunoglobulines du colostrum diminue après la naissance (36-48 h.) en même temps que s'effectue le renouvellement de l'épithélium intestinal. Elle dépend de la race de l'animal, de la technique d'alimentation (pis, seau), de la présence de la mère, de la qualité du colostrum et de la microflore du rumen.

Le maintien du veau au stade préruminant est un exemple d'adaptation digestive qui s'écarte de celle habituellement suivie par le jeune ruminant. Contrairement au ruminant, le poids du TD rapporté au poids vif, n'évolue pas quel que soit ce dernier. Les études sur l'évolution respective des sécrétions digestives ont été plus ou moins développées suivant le type de sécrétion. L'évolution des sécrétions gastriques et intestinales ont été largement étudiées alors que celle de la sécrétion pancréatique du préruminant est moins bien connue. Des données contradictoires existent encore en ce qui concerne les sécrétions salivaires.

Contrairement à ce qui avait été dit par les chercheurs britanniques et américains vers les années 60, le veau préruminant peut utiliser efficacement les produits amylacés. Les résultats obtenus plus particulièrement par THIVEND *et al.*, montrent que si l'amidon est administré progressivement sa digestibilité chez le veau ou l'agneau préruminant est élevé. Les produits terminaux (glucose, AGV, acide lactique) de sa

digestion enzymatique et microbienne sont utilisés efficacement pour l'entretien et la croissance. L'amidon incorporé dans les aliments d'allaitement en remplacement d'une partie des matières grasses est une source d'énergie qui favorise la synthèse protéique. On peut remplacer dans l'alimentation du veau préruminant tout le lactose par des produits amylacés à partir de l'âge de deux mois, sans réduire les performances zootechniques des animaux (tabl. 1).

TABLEAU 1

Comparaison de l'utilisation de l'amidon et du lactose des aliments d'allaitement distribués à des veaux d'un poids vif allant de 110 à 220 kg

	Témoin	Régimes expérimentaux		
Composition de l'aliment (% MS)				
. lactose	52	37	22	0
. produits amylacés	0	15	30	52
Nombre de veaux	14	14	14	14
Gain moyen quotidien (g)	1390	1450	1420	1430
Efficacité alimentaire*	1,91	1,84	1,84	1,87
Rendement**	61,6	61,3	61,6	62,0

* kg d'aliment d'allaitement (MS) par kg de gain de poids vif
** poids de carcasse en p.100 du poids vif

L'utilisation des protéines de remplacement a fait l'objet d'études plus nombreuses. Leur utilisation digestive reste plus faible que celle des protéines du lait et l'adaptation digestive de l'animal aux protéines de remplacement est plus limitée.

L'une des adaptations digestives les plus spectaculaires est sans doute le passage de l'état préruminant à celui de ruminant (sevrage). Les travaux les plus importants dans ce domaine ont été réalisés au cours des années 60 et les auteurs rappellent les nombreuses revues existant à ce sujet (WARNER et FLATT, Mc GILLIARD, JACOBSON et SUTTON). Ces travaux ont porté essentiellement sur les modifications anatomiques et physiologiques. Ce n'est que plus récemment que les aspects quantitatifs de la digestion, des sécrétions, de l'absorption, du développement de l'épithélium du rumen (rôle important des AGV) et du fonctionnement de la gouttière oesophagienne en relation avec les apports énergétiques et azotés ont été développés. Ces études ont montré que l'évolution de la digestion dans le rumen était très rapide. Elles ont permis d'établir le rôle respectif du petit et du gros intestin dans le processus de la digestion.

Une seule courte communication (WESTON, p. 442-444) traite de l'évolution de la digestion pendant le cycle gestation/lactation chez la brebis. Il existe peu de données sur l'évolution de la fonction digestive suivant l'état physiologique et celles-ci sont parfois contradictoires. WESTON observe une réduction de la digestion de la matière organique dans l'ensemble du TD pendant la gestation/lactation. Cette réduction s'accompagne d'une augmentation de la quantité d'azote non ammoniacal (ANA) digérée dans l'intestin, d'où une augmentation de la digestion de l'ANA par unité de matière organique digestible ingérée et, par là, un meilleur équilibre entre acides aminés et énergie absorbés qui contribue à une amélioration de l'économie des protéines.

Adaptation digestive face à différentes situations alimentaires

(Composition de la ration, fréquence d'alimentation, présence d'azote non protéique en quantités importantes...)

KAUFMAN *et al.*, dans leur revue (R 28) font la part entre les systèmes naturels autorégulateurs des processus digestifs et les moyens d'influer sur ces derniers à travers les techniques d'alimentation (fréquence des repas et protection des protéines, par exemple).

L'adaptation naturelle à toute modification de la composition de la ration est déterminée par la régulation du pH dans le rumen. Le système rumination/sécrétion salivaire/valeur du pH, joue un rôle décisif. Il est étroitement lié à l'intensité de la rumination qui, elle dépend de la présence d'éléments fibreux (composés pariétaux) dans la ration. Les auteurs soulignent la nécessité pour une ration bien équilibrée de contenir au moins 40 p.100 de fourrages à 20 p.100 de cellulose brute, celle-ci devant être constituée pour 70 p.100 de glucides pariétaux.

Les rations riches en aliments concentrés entraînent une baisse du pH qui favorise la prolifération d'un faciès bactérien acidophile et réduit la quantité de bactéries cellulolytiques. L'activité relative cellulases/amylases dépend davantage de la nature de la flore que de la zone de pH optimum des activités respectives de ces deux enzymes qui, elle, est finalement assez large. Les protozoaires peuvent jouer un rôle stabilisateur du pH (notamment *Entodinium*) grâce à leur faculté de stockage de l'amidon dont la fermentation par les bactéries se trouve de ce fait freinée. La vitesse d'absorption des AGV qui augmente avec l'état de dissociation des molécules acides (bas pH) permet, elle aussi, de réguler le pH. Enfin l'augmentation de la taille des papilles du rumen et, par là, de la surface d'absorption, constitue également une faculté d'adaptation à la régulation du pH.

L'augmentation du niveau d'alimentation est le plus souvent associée à un accroissement de la proportion d'aliments concentrés dans la ration. L'augmentation de la vitese de transit constitue une adaptation à cette élévation du niveau d'alimentation. Cette dernière facilite l'augmentation de la part des glucides non fermentés dans le rumen qui atteignent l'intestin grêle et, par là, une réduction des pertes d'énergie sous forme de méthane.

Ces facultés naturelles d'adaptation digestive peuvent êtreaméliorées par le wiais des techniques d'alimentation. Ainsi, l'augmentation du nombre de repas est intéressante dans le cas de rations riches en aliments concentrés (tabl. 2). Elle permet en effet une réduction de l'amplitude de variation du pH et une augmentation du rapport acétique/propionique permettant ainsi l'obtention, dans le cas de la production laitière, de taux butyreux élevés. Un autre avantage de l'augmentation de la fréquence des repas est de favoriser la

synthèse microbienne dans le rumen et d'augmenter l'activité cellulolytique permettant d'accroître les quantités ingérées.

TABLEAU 2

Nombre de repas d'aliment concentré et taux butyreux

	Essai 1		Essai 2	
Nombre de repas	2 x	6 x	2 x	6 x
Production laitière (kg/jour)	23,6	23,4	16,9	17,8
Taux butyreux (%)	3,69	4,04	3,24	3,79

Au-delà d'un niveau de production de 20 kg de lait/jour la synthèse protéique dans le rumen assurée par une ration classique de 0,75-0,80 UFL et de 13 p.100 de MAT ne permet plus de couvrir les besoins de l'animal. L'absence d'adaptation naturelle de l'animal à pallier le déficit protéique doit alors être compensée par l'apport de protéines protégées (par traitement thermique ou au formol), thème d'ailleurs traité par PRESTON et LENG (R 30) dans le cadre de l'utilisation des fourrages tropicaux.

L'aptitude des bactéries à synthétiser des protéines à partir de composés azotés non protéiques (ANP) a été à l'origine de très nombreux travaux pour étudier l'utilisation de ces derniers dans l'alimentation des ruminants. Les résultats ont toujours été obtenus après que les animaux aient été longuement adaptés au régime. En revanche, peu d'études ont été effectuées pour savoir finalement comment les microorganismes du rumen et les tissus hôtes s'adapteraient aux changements de régimes. C'est ce que NIKOLIC *et al.* passent en revue dans leur rapport général (R 29) sur l'utilisation des rations comportant des proportions élevées d'ANP.

L'efficacité d'utilisation de sources d'ANP dépend de la faculté d'adaptation d'une part des microorganismes du rumen, d'autre part de l'animal hôte. Le point essentiel pour une bonne utilisation de l'ANP est de trouver des composés pour lesquels la vitesse de production d'NH_3 soit synchronisée avec la vitesse d'utilisation de cet NH_3 par les bactéries.

En ce qui concerne le biuret, c'est la dégradation enzymatique en NH_3 dans le rumen qui est le facteur contrôlant l'adaptation. L'acide uréique et l'isobutylène-diurée occupent une place intermédiaire en ce sens que l'adaptation des microorganismes à la production d'NH_3 à partir de ces composés s'effectue plus rapidement qu'avec les substrats habituels (acides aminés et urée).

Si l'ANP n'est pas utilisé correctement dans le rumen c'est l'organisme de l'animal qui devra s'adapter rapidement à un excès possible d'NH_3 dans le sang qui devra être détoxifié et excrété. Or, l'organisme est peu adapté à réagir à de brusques apports d'NH_3 en provenance du TD ; l'augmentation de l'ingestion d'urée n'entraîne pas de réponse dans l'accroissement de l'activité du système enzymatique de détoxification. La vitesse de recyclage à travers la paroi du rumen dépend quant à elle davantage de la concentration préalable de NH_3 dans le rumen que de celle du plasma en urée. La concentration du rumen en NH_3 devrait être en fait le critère le plus important permettant de savoir si la complémentation de la ration en ANP sera bénéfique ou pàs. Le seul processus d'adaptation de l'animal à un apport déséquilibré ANP/énergie est la réduction de son ingestion.

Dans leur conclusion les auteurs constatent que les ruminants s'adaptent finalement de façon plus ou moins satisfaisante pour utiliser l'azote non protéique de la ration. Le paramètre le plus important pour optimiser l'utilisation de l'urée est la vitesse de dégradation des glucides dans le rumen, le second étant la vitesse d'hydrolyse des protéines.

Enfin, NIKOLIVC *et al.,* signalent que le jeune ruminant (dans la période de 90 à 120 j. chez l'agneau) est capable de recycler et d'utiliser l'ANP plus efficacement que l'adulte. Ils posent alors la question de savoir comment tirer parti au mieux de cette faculté et à partir de quel âge l'utiliser dans la pratique.

Régimes ''non conventionnels''

L'utilisation de composés non protéiques nous amène à parler du domaine original traité par FONTENOT et JURUBESCU sur le recyclage des déjections animales dans l'alimentation des ruminants (R 31). Ce thème revêt une importance croissante devant le potentiel que constituent ces déjections. Aux Etats-Unis par exemple, celles-ci représentent 300 millions de tonnes de matière sèche dont la moitié peut être récupérable. Signalons que, bien que peu habituel, ce thème n'en est pas moins important si l'on se rappelle que la coprophagie est un phénomène naturel chez bon nombre d'animaux.

Les ruminants sont les utilisateurs préférentiels de ces déjections car elles sont riches en glucides pariétaux et en ANP. Par ordre décroissant de valeur alimentaire, les déjections se classent dans l'ordre suivant : fientes de poulets de chair, déjections de porc, fientes de pondeuses, déjections de bovins. Leur valeur alimentaire dépend du régime et du mode d'élevage (présence plus ou moins importante de litière) des animaux dont on récupère les déjections.

Les excrétas de volailles ont une valeur azotée de 25 à 31 MAT p.100 MS dont 40 à 50 p.100 sous forme d'ANP lui-même constitué de 30 p.100 d'acide uréique et de 15 p.100 d'NH_3. Leur digestibilité est voisine de 65 p.100 et leur énergie digestible est de 1875 à 2240 kcal/kg MS. Les travaux ont surtout porté sur l'utilisation des fientes et litières déshydratées (taux d'incorporation de 25 p.100 dans la ration) mais de bons ensilages ont été réalisés avec de l'herbe ou du foin ou encore du maïs, du lactosérum ou d'autres sources glucidiques fermentescibles. Des taux d'incorporation de 45 p.100 dans de tels ensilages distribués à des animaux à l'engrais sont compatibles avec de bonnes performances.

Les déjections de bovins sont également intéressantes quoique moins riches. Les lisiers de bouvillons contiennent environ 20 p.100 de MAT, ceux de vaches 12 à 13 p.100. Leur CUD est variable suivant le régime (de 25 à 50 p.100 selon que la ration comporte respectivement 50 ou 10 p.100 de fourrages)

il existe de nombreux traitements permettant leur utilisation dans les rations (traitement aux alcalis, ensilage,...) dont le ''wastelage'' (mélange de déjections fraîches (60 p.100 et de foin broyé (40 p.100) mis au point par ANTHONY qui a sans doute été le plus utilisé jusqu'ici.

L'avantage de l'ensilage sur la déshydratation est évident du point de vue du coût énergétique. Par ailleurs, l'ensilage permet tout aussi bien que la déshydratation de supprimer les agents pathogènes ; les salmonelles sont détruites à une température de 25 p.100 et à un pH inférieur à 5.

La qualité des produits (lait, viande) provenant d'animaux ayant consommé ces déjections n'est pas affectée. Sur le plan sanitaire, seuls quelques rares accidents de toxicité cuivrique ont été observés chez des brebis recevant des rations contenant de 25 à 50 p.100 de litière de poulets de chair. Les organismes pathogènes et parasites étant détruits par les procédés de traitement (chaleur sèche ou humide, traitement chimique, ensilage,...), les produits animaux résultants ne présentent pas de danger vis à vis du consommateur. Toutefois, les auteurs concluent qu'une recherche plus poussée est encore nécessaire dans ce domaine, particulièrement dans celui des résidus toxiques potentiels (pesticides, mycotoxines, minéraux, produits pharmaceutiques...).

Le rapport de PRESTON et LENG (R 30) traite de l'utilisation de certains aliments tropicaux : la canne à sucre, la mélasse et la pulpe de sisal. Ces aliments ont été plus particulièrement choisis par les auteurs non seulement à cause de leur importance en zone tropicale mais également parce qu'ils caractérisent bien l'alternative nutritionnelle à laquelle on a souvent à faire face dans ces régions.

Les plantes tropicales ont un potentiel de production très élevé mais sont peu digestibles et pauvres en azote ; elles sont riches en glucides mais ceux-ci sont soit très solubles, soit structuraux (pariétaux) et vont donc être essentiellement fermentés dans le rumen, à des vitesses très différentes. Très peu d'éléments arriveront au niveau de l'intestin. La productivité animale (gain de poids, production laitière) qu'elles vont permettre va donc être médiocre et se situer légèrement au-dessus de l'entretien. Toute augmentation de cette productivité devra donc viser plutôt l'augmentation du chargement permise par le potentiel de production élevé de ces plantes que l'augmentation des performances individuelles qui ne peuvent rester que modestes, à moins d'une forte complémentation imposée par la faible valeur nutritive de ces plantes.

Les auteurs insistent particulièrement sur la nécessité qu'il y a dans de tels cas,

- à faire fonctionner au mieux le rumen,
- à complémenter la ration de base par des compléments appropriés qui, échappant à la fermentation dans le rumen, sont disponibles au niveau de l'intestin.

L'étude du métabolisme dans le rumen avec de telles rations a permis aux auteurs de dégager quelques points intéressants relatifs aux conditions nutritionnelles en zone tropicale :

- absence de liaison quantités ingérées/digestibilité mais existence de liaisons entre quantités ingérées (et performances individuelles) et complémentation par des fourrages présentés sous forme longue et par des aliments échappant à la fermentation dans le rumen,

- position intermédiaire des aliments tropicaux du point de vue des produits terminaux de leur digestion dans le rumen entre des fourrages d'origine tempérée et des régimes à base d'aliments concentrés ;

- importance d'un minimum d'éléments fibreux pour assurer un bon fonctionnement du rumen et une synthèse bactérienne normales ;

- apparition de fermentations secondaires avec la mélasse (dues à *Methanosarcinia bakerii*) entraînant une perte de 20 p.100 des AGV et, par là, d'énergie métabolisable ;

- séquestration des bactéries par des protozoaires holotriches de grande taille dans le rumen dans le cas de régimes à base de canne à sucre et, par là, diminution de la synthèse protéique globale ;

- importance relative plus élevée en zone tropicale de la néoglucogénèse à partir du propionate en tant que seule source précurseur de glucose ;

- d'où intérêt des polissures de riz et du tourteau de coton, pourtant pauvres en azote, susceptibles d'apporter non seulement de l'azote mais également du glucose au niveau intestinal.

En définitive, les auteurs concluent que l'étude de la physiologie digestive chez des animaux recevant de nouvelles ressources fourragères tropicales offre un grand potentiel dont le résultat n'est pas seulement l'augmentation de la productivité animale mais des informations et une meilleure connaissance de base de la nutrition des ruminants en général.

De cette session, rappelons-le hétérogène, on peut tirer les quelques réflexions suivantes :

- le rumen est un fermenteur dont on peut certainement accroître encore l'efficacité grâce à une meilleure connaissance de son fonctionnement,

- il existe encore un besoin évident d'une meilleure compréhension du métabolisme de la flore et de la faune du rumen,

- les techniques simples et peu onéreuses de recyclage des déjections animales dans l'alimentation des ruminants constituent un domaine offrant encore un vaste potentiel,

- il est nécessaire d'apporter encore des précisions sur l'évolution des capacités digestives des différents compartiments du TD en fonction de l'état physiologique des animaux.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (47) 73-79

SECTION VIII

Physiologie digestive comparée

P. THIVEND

Laboratoire de la Digestion des Ruminants

La dernière session du symposium a été consacrée à un élargissement de l'étude de la physiologie digestive. Pour la première fois depuis la création de ce type de réunion, les principaux aspects de la digestion microbienne du ruminant ont été comparés à ceux des autres herbivores, des autres mammifères et même dans certains cas, des oiseaux. Cinq points ont été abordés : (1) l'évolution de la digestion microbienne chez les mammifères ; (2) l'importance comparée de ce type de digestion dans le rumen et dans le gros intestin ; (3) les différentes formes de réutilisation des digestas (coprophagie et autres procédés) ; (4) la déshydratation et la réhydratation des ruminants en zones arides ou semi-arides et enfin, (5) les principales caractéristiques connues de la physiologie digestive chez les ruminants sauvages. Le nombre relativement faible (7) de communications affichées (C.A.) traduit l'importance encore limitée de ce type de travaux.

I. L'évolution de la digestion microbienne chez les mammifères (R.665)

- dans le gros intestin

Il est probable que les premiers mammifères qui apparurent il y a environ 140 millions d'années, possédaient déjà, dans la partie distale de leur tube digestif, une flore microbienne utilisant les résidus des sécrétions endogènes (cellules épithéliales, mucus digestif). L'évolution de cette flore et son développement sont sans doute liés aux modifications alimentaires de ces premiers mammifères (passage de l'état insectivore-carnivore à l'état herbivore) qui entraînèrent d'abord un accroissement des substrats endogènes disponibles puis qui furent à l'origine de stimuli physiques permettant d'accroître la taille et le volume du gros intestin. Il est généralement admis maintenant que c'est cet organe qui s'est d'abord développé chez les premiers herbivores, soit au niveau du colon chez les espèces de grande taille (poids supérieur à 50 kg), soit au niveau du caecum chez les espèces de petite taille. Parmi les premiers, les équidés sont un exemple d'herbivores primitifs qui ont pallié l'efficacité relativement peu importante de la digestion microbienne dans le colon par la possibilité d'augmenter les quantités ingérées pour pouvoir satisfaire leurs besoins énergétiques et azotés. Le tapir, le rhinocéros, l'éléphant, le panda géant sont également des herbivores de ce même type.

D'autres herbivores ont bénéficié d'une évolution plus complexe de leur caecum qui est progressivement devenu le siège de fermentations permanentes pour les constituants solubles et les fines particules des contenus, alors que la fraction la plus grossière de ces derniers était plus rapidement évacuée. C'est généralement le cas des herbivores de petite taille, qui se sont progressivement adaptés à mieux utiliser les végétaux mis à leur disposition pour faire face à des besoins plus élevés (rapportés à leur poids métabolique) par rapport à ceux des animaux de grande taille. La plupart des espèces concernées par ce type de fermentation, pratiquent la coprophagie (ingestion des fécès) et la caecotrophie (ingestion de caecotrophes ou fécès particulièrement riches en éléments nutritifs), qui peut-être ont été progressivement mises en place lorsque ces espèces se sont trouvées dans des conditions nutritionnelles particulièrement difficiles. C'est le cas des rongeurs et des lagomorphes (lièvres). Quelques espèces cependant, ne tirent partie que de ce qui est absorbé au cours du transit des digestas dans le colon qui, dans ce cas, est particulièrement long (koala).

- dans la partie antérieure du tube digestif

Le développement de la digestion microbienne dans la partie antérieure du tube digestif a été progressif et s'est réalisé, soit par élongation du tube digestif, soit par formation de diverticules. Elle a certainement eu lieu chez les animaux vivant dans les régions où la qualité de l'alimentation était médiocre (steppes, forêts tropicales). Le développement rapide des bovidés et des macropodes et l'apparition de la végétation

herbacée sont d'ailleurs concomitantes. La digestion microbienne dans la partie antérieure du tube digestif existe chez tous les membres de l'ordre des artiodactyles (tabl. 1) sauf chez la famille des suidés. On l'observe, bien sûr, chez tous les ruminants, mais aussi chez l'hippopotame, les marsupiaux et même chez certains primates.

TABLEAU 1

Classification des mammifères artiodactyles (1)

Sous-Ordre des Ruminants

. Super famille des tylopoïdés

* famille des Camélidés : Dromadaire (une bosse)
  Chameau (deux bosses)
  Lama
  Guanaco

. Super famille des Elaphoïdés

* famille des tragulidés : chevrotain
  (animaux sans bois, à canines supérieures longues)
* famille des cervidés : cerf, chevreuil, élan, renne
* famille des muschidés : porte-musc
* famille des antilocapridés : antilocapre américaine

. Super famille des Tauroïdés

* famille des bovidés : bovins, caprins, ovins, antilopes, chamois
* famille des ovibovidés : boeuf musqué
* famille des girafides : girafe et okapi

Sous-Ordre des Suinés

* famille des suidés : porc, sanglier, pécari, phacochère
* famille des hippopotamidés : hippopotame.

(1) Les artiodactyles sont des animaux dont le 3ème et le 4ème doigt sont rigoureusement semblables et symétriques par rapport à l'axe de symétrie du pied. Le 2ème et le 5ème doigts sont plus petits, parfois presque inexistants. Le premier doigt n'existe jamais.

La rumination constitue la principale caractéristique spécifique des ruminants. Elle permet d'améliorer considérablement l'efficacité de la dégradation des aliments dans le rumen. Il existe d'autres mammifères qui régurgitent leurs digestas (certains marsupiaux) mais de façon irrégulière et beaucoup moins fréquente que dans la rumination. On suppose que la rumination s'est progressivement développée à une époque où certains animaux, soumis à une pression importante de la part des prédateurs, devaient ingérer très rapidement leur nourriture, pour la digérer ultérieurement dans des conditions plus calmes.

De tous les herbivores, le ruminant présente la particularité de posséder un dispositif, l'orifice réticulo omasal, qui retient les particules alimentaires tant qu'elles n'ont pas atteint une taille minimum. Ceci, ajouté à la rumination, fait que la dégradation des parois des végétaux est particulièrement importante chez les ruminants, mais limite leur capacité d'ingestion. On peut supposer que l'évolution du ruminant, comparée à celle des autres herbivores possédant une digestion microbienne prégastrique, s'est faite à la suite de la détérioration des conditions de milieu (diminution à la fois quantitative et qualitative des fourrages) comme on peut l'observer actuellement dans les zones désertiques ou dans les zones forestières à feuilles caduques.

Le temps de séjour des aliments dans les réservoirs gastriques chez les autres herbivores est beaucoup plus court que chez les ruminants. La rumination est remplacée par une mastication des aliments beaucoup plus longue et efficace. L'anatomie des réservoirs gastriques de ces herbivores peut aussi faciliter la stase des aliments (forme allongée de l'estomac des macropodes (1)) (C.A. 476). Ils digèrent moins bien la cellulose mais peuvent ingérer davantage de matière sèche que les ruminants.

En conclusion, le développement de la digestion microbienne chez les mammifères semble avoir été le plus souvent la conséquence de l'évolution des ressources alimentaires disponibles pour l'animal et les différences observées dans les caractéristiques des grands types d'herbivores sont vraisemblablement liées à ces conditions de milieu spécifiques. Ainsi, il semble que plus les quantités d'aliments étaient abondantes, moins le degré de complexité de la digestion microbienne fut important (cheval). En revanche, lorsque les besoins des animaux étaient plus élevés (animaux de petite taille) ou lorsque la qualité de l'aliment était insuffisante pour assurer la survie des animaux, des mécanismes aussi complexes que la caecotrophie et la rumination se développèrent pour permettre à l'animal d'utiliser au mieux les aliments qui étaient à sa disposition.

II. Importance comparée de la digestion microbienne dans le rumen et le gros intestin (R.685)

Le rumen du ruminant et le gros intestin de nombreux mammifères présentent plusieurs similitudes. La structure et l'activité motrice de ces deux réservoirs les conduisent à retenir les digestas. Tous deux présentent des conditions physico-chimiques (pH, hydratation du milieu) particulièrement favorables à la digestion microbienne des glucides, à la synthèse des protéines et des vitamines. Ils peuvent absorber les acides gras volatils (A.G.V.), recycler l'azote endogène et participer à la réabsorption des minéraux (Na^-, Cl^+, HCO_3^-) et de l'eau. Chez des espèces aussi différentes que le chien, le porc, le poney, le lapin et le raton laveur, on trouve toujours des AGV dans le contenu du gros intestin, en concentration et en proportions semblables à celles du contenu du rumen et relativement constantes quel que soit le régime. Ils sont formés, soit à partir des glucides pariétaux non dégradés dans les parties antérieures du tube digestif, soit à partir des constituants endogènes (muccopolysaccharides) chez le chien et chez le porc, soit encore à partir de l'amidon lorsque ce dernier ne peut pas être totalement hydrolysé en glucose dans l'intestin grêle.

Le rôle nutritionnel des produits terminaux de la digestion dans le gros intestin n'est pas très bien connu. La muqueuse du gros intestin absorbe les AGV, chez toutes les espèces qui ont été étudiées, à la même vitesse que l'épithélium du rumen. Les quantités absorbées dépendent d'abord de la surface disponible. Par conséquent, les AGV peuvent constituer une

(1) Animaux de la famille des marsupiaux dont le type est le kangourou.

TABLEAU 2

Comparaison de l'absorption dans le rumen et dans le gros intestin des acides gras volatils, du sodium et de l'eau

(d'après les données de STEVENS, ARGENZIO et CLEMENS - Rapport n° 33 du symposium)

Espèce	Compartiment étudié	Absorption journalière (/kg poids vif)		
		Acides gras volatils (mmol)	Sodium (mmol)	Eau (ml)
Mouton	Reticulo Rumen	30 ± 1	15 ± 1	40
Poney	Colon ventral	31 ± 2	7 ± 2	78 ± 8
Porc	Colon proximal	55 ± 3	26 ± 3	170 ± 20
Chèvre	Colon + rectum	31 ± 3	29 ± 4	190 ± 30
Chien	Colon + rectum	7,5 ± 0,7	8,3 ± 0,7	58 ± 6

importante source d'énergie chez le poney mais pas chez le chien. L'utilisation de l'azote microbien est plus incertaine. On sait que chez le poney, une part importante de l'azote synthétisé est ensuite dégradée dans le gros intestin et directement absorbée, en majeure partie sous forme d'urée, mais il est possible que l'absorption directe des acides aminés ne soit pas négligeable. Elle a été démontrée à la fois pour les acides aminés indispensables et non indispensables dans le caecum du cheval.

La réabsorption de l'eau et de certains électrolytes est beaucoup plus importante dans le gros intestin que dans le rumen (tabl. 2). Ceci permet au ruminant, chez qui la sécrétion d'électrolytes et d'eau est particulièrement abondante dans le tube digestif par rapport aux autres espèces, de les recycler convenablement. Par ailleurs, la production et l'absorption des AGV semblent étroitement liées au mouvement de l'eau et des électrolytes dans le gros intestin.

En conclusion, le gros intestin, comme le rumen, est un fermenteur capable de transformer une partie des substrats non dégradés dans les réservoirs digestifs antérieurs. L'intensité des fermentations est essentiellement fonction de l'importance et de la nature de la matière organique arrivant dans le caecum, qui dans le cas d'une alimentation classique est peu abondante. L'intérêt nutritionnel des produits terminaux de la digestion reste à déterminer, surtout pour la fraction azotée, mais certains d'entre eux jouent un rôle actif dans la réabsorption d'autres composés (eau-électrolytes).

III. Les différentes formes de réutilisation des digestas (R.707)

Le troisième rapport de cette session est une étude très complète de toutes les possibilités offertes aux animaux pour accroître, par voie externe ou interne, l'efficacité de la digestion. La première partie du texte est consacrée à la description des mécanismes de recyclage ; la seconde partie traite de l'intérêt nutritionnel de ces phénomènes.

- la coprophagie et la caecotrophie

La réingestion des fécès est un procédé normal et important sur le plan nutritionnel, pour beaucoup d'animaux. Il existe sous deux formes différentes : beaucoup de rongeurs - mais aussi un certain nombre d'autres animaux (carnivores, oiseaux...) - pratiquent la *coprophagie*, c'est-à-dire mangent une partie de leurs fécès. Ils peuvent soit les prélever directement de l'anus, soit les ingérer après les avoir excrétées dans leur litière. D'autres animaux pratiquent la *caecotrophie*, c'est-à-dire ingèrent un type de fécès particulier (les caecotrophes) à forte valeur nutritive, dont la teneur en cellulose est beaucoup plus faible que celle des autres fécès qu'ils excrétent (tabl. 3). La caecotrophie existe chez les lagamorphes (lapins, lièvres pikas (1), chez le chinchilla, l'écureuil, le castor et chez certains lémuriens. Tous ces animaux produisent deux types de fécès : les fécès ordinaires qui sont rejetées, et les caecotrophes qui sont réingérées, soit directement à partir de l'anus, soit après avoir été émises dans la litière. Chez le lapin, ils sont produits régulièrement, pendant une ou deux périodes représentant au total 8 à 10 h par jour.

TABLEAU 3

Composition comparée des fèces et des caécotrophes chez le lapin (*p. 100*)

(d'après HÖRNICKE et BJÖRNHAG - Rapport n° 34 du symposium)

Constituant	Fécès	Caecotrophes
Eau	51,6	70,1
Matières azotées (% MS)	18,1	28,1
Cellulose brute (% MS)	29,6	17,8
Mg O (% MS)	0,87	1,28
Phosphore (% MS)	0,95	1,54
Acétate (mmol/kg MS)	39,7	123
Propionate (mmol/kg MS)	2,8	10,7
Butyrate (mmol/kg MS)	2,7	44,1

(1) pika ou ochotone : lagomorphe de la grosseur d'un gros rat, à oreilles courtes et larges.

Chez d'autres espèces, la caecotrophie est plus étalée dans le temps (pika) et l'ingestion peut être également différente. Les caecotrophes sont recouvertes d'une enveloppe de mucus ; elles sont avalées sans mastication et restent plusieurs heures au niveau du fondus de l'estomac.

Pendant la formation des caecotrophes, le contenu caecal, riche en protéines bactériennes et en vitamines, traverse le colon sans subir de changement majeur dans sa composition. Les fécès ordinaires (appelées aussi fécès dures par opposition aux caecotrophes qui sont plus riches en eau et donc plus molles) proviennent également du contenu du caecum mais au cours de leur passage dans le colon subissent une transformation à la fois physique (séparation des particules) et biochimique liée à l'absorption des produits terminaux de la digestion. Les mécanismes de séparation des particules du contenu caecal ont été étudiés en détail chez le lapin. Dans le colon proximal, les particules alimentaires de grande taille se déplacent dans le sens normal (oral -aboral) pour former les fécès dures, tandis que la phase liquide composée des particules les plus fines, des bactéries et des substances solubles, est refoulée vers le caecum. Ce reflux, dans le sens colon-caecum, est rendu possible à la fois par des mouvements antipéristaltiques importants au niveau du colon proximal et par une sécrétion d'eau à ce niveau, concomitante à son absorption dans le caecum. Ainsi, les grosses particules, généralement indigestibles, transitent rapidement vers la partie distale du gros intestin alors que la fraction la plus digestible est retenue dans le caecum et fermentée. On a pu montrer que les fines particules représentent 60 % de la matière sèche du contenu dans le caecum et seulement 15 % dans les fécès dures. Ce mécanisme permet d'améliorer l'utilisation de l'aliment, plus particulièrement quand la ration est riche en parois végétales (cellulose, hemicellulose, lignine). Signalons enfin que la composition des caecotrophes est très voisine de celle du contenu de caecum ce qui signifie que le mécanisme de séparation des particules est bloqué pendant leur formation.

- autres mécanismes de séparation du contenu du gros intestin

D'autres espèces animales ont la possibilité de modifier la composition du contenu du gros intestin mais selon des mécanismes différents. Le lemming (1) possède dans le colon proximal et dans le colon spiral, une gouttière longitudinale qui semble avoir pour but de séparer les microorganismes du reste du contenu du colon et de les refouler vers le caecum. Ainsi, la teneur en azote des fécès ne représente que 1/3 à 1/5 de celle du contenu caecal, mais il n'y a pas de formation de caecotrophes. Les mécanismes de séparation du contenu ne sont donc pas forcément liés à la caecotrophie. Ils peuvent avoir simplement pour but de favoriser une meilleure utilisation du contenu dans le caecum. C'est le cas par exemple du cobaye.

Chez les oiseaux, le contenu intestinal est également séparé au niveau du colon et du cloaque : le contenu des caeca est riche en fines particules et en bactéries alors que le colon renferme des particules de taille beaucoup plus importante. Le remplissage des caeca se fait grâce à des mouvements péristaltiques et antipéristaltiques au niveau de l'iléon et du colon et la séparation des particules est possible grâce à la présence de villosités au début des caeca qui jouent le rôle de filtres. Il existe un flux rétrograde d'urine, du cloaque vers les caeca, (dindon, oie, pintade) qui permet aux fines particules et aux substances solubles de refluer vers les caeca. Il existe également chez les oiseaux un reflux régulier duodénogastrique dont la signification est cependant mal connue.

- alimentation stomatodéale et proctodéale

Les échanges de liquide alimentaire entre animaux, soit mutuellement, soit unilatéralement sont appelés *trophallaxie*. Il existe deux types de trophallaxie : l'un qui correspond à une régurgitation de contenu stomacal (trophallaxie stomatodéale), l'autre à l'utilisation du contenu du gros intestin ou des fécès (proctodéale). L'alimentation stomatodéale se rencontre surtout chez les carnivores, (en particulier chez la chienne en milieu et en fin de lactation) et plus rarement chez les herbivores (exception faite des kangourous). On peut ranger dans ce type de trophallaxie les transferts de salive de la mère au jeune, que l'on observe chez les rongeurs en particulier.

L'alimentation proctodéale existe chez un certain nombre d'animaux qui ingèrent soit les fécès de leur mère, soit leurs propres fécès (ou les caecotrophes). Le poulain au moment du sevrage est coprophage et ingère les fécès de la jument ; les rongeurs ingèrent les caecotrophes de leur mère qu'ils prélèvent directement de l'anus ; inversement, les adultes peuvent ingérer les fécès des jeunes, généralement au moment de la têtée : c'est le cas des femelles des bovidés, des cervidés et des carnivores.

- aspects physiologiques de la réutilisation des digestas

La plupart des mécanismes mentionnés précédemment mettent en jeu des procédés mécaniques, biochimiques et comportementaux compliqués. Ils doivent jouer un rôle important lorsque les conditions de milieu sont particulièrement défavorables, mais peu de travaux systématiques et quantitatifs ont été réalisés pour en connaître l'importance. Le premier avantage de la coprophagie et de la caecotrophie est la fourniture de vitamines. C'est le phénomène de ''réfection'' qui a été longuement étudié chez le rat. Lorsque les quantités d'azote ingérées sont insuffisantes, l'ingestion des fécès peut aussi fournir une source complémentaire d'acides aminés. Ainsi, si on diminue la teneur en azote de la ration chez le cheval adulte, il devient coprophage jusqu'à ce que la quantité d'azote ingérée redevienne suffisante. Dans des conditions d'alimentation *ad libitum*, la coprophagie ne présente pas d'avantages particuliers du point de vue nutritionnel si la teneur des fécès en azote et en énergie n'est pas supérieure à celle de l'aliment, puisque la quantité de fécès ingérée semble se substituer totalement à la même quantité d'aliment. En revanche, dans certaines situations et en particulier chez le jeune dont l'équipement en enzymes digestives n'a pas encore atteint un développement satisfaisant, l'ingestion de fécès, de caecotrophes, de salive ou de contenu duodénostomacal peut pallier l'insuffisance enzymatique. Par ailleurs, l'ingestion de fécès et d'urine chez les femelles en lactation peut permettre de limiter l'exportation importante à ce stade physiologique, d'eau et de minéraux, lorsque les conditions d'alimentation sont défavorables.

La réingestion des fécès et des caecotrophes permet de maintenir dans l'estomac une fermentation dont l'importance

(1) Rongeur de petite taille (12 à 15 cm) vivant dans les pays scandinaves, voisin du campagnol.

et les avantages restent encore mal connus. D'une façon plus générale, l'intérêt du recyclage des digestas sur la mise en place de la flore dans le tube digestif chez le jeune est controversé, sauf dans certains cas, tel que le koala qui pour digérer les feuilles d'eucalyptus, dont il se nourrit quasi exclusivement, doit acquérir la flore spécifique de sa mère.

La plupart des phénomènes précédemment discutés - peut-être la totalité - semblent être sous la dépendance d'une régulation qui est encore très mal connue. On sait par exemple que la réingestion des caecotrophes chez le lapin dépend de mécanorécepteurs qui se trouvent dans le rectum (le lapin ne reconnaît pas les caecotrophes s'il est muni d'un anus artificiel), de l'odeur des caecotrophes et de récepteurs internes qui sont fonction de l'état nutritionnel de l'animal. L'efficacité de la séparation des contenus du colon, la fréquence de réingestion des caecotrophes sont également fonction des conditions d'alimentation.

Dans l'ensemble, le rôle nutritionnel des phénomènes de réingestion des excrétas ou des digestas est encore très peu connu. On peut dire cependant que certaines espèces ou certains animaux peuvent améliorer l'utilisation digestive des aliments qu'ils ingèrent en augmentant la quantité des fécès réingérées ou (et) en modifiant la composition de ces fécès.

IV. Le rôle du tube digestif du ruminant dans les mécanismes de stockage de l'eau (R.731)

Les deux principaux facteurs qui conditionnent l'élevage des herbivores en zone semi-désertique ou désertique sont, d'une part leur possibilité de pouvoir rester sans boire pendant une durée qui est souvent de plusieurs jours, et leur capacité à ingérer rapidement les quantités d'eau qu'ils ont perdues pendant leur séjour dans le désert. Celles-ci, rapportées au poids vif, peuvent être considérables : de 25 à 30 % pour le chameau et l'âne somalien, jusqu'à 40 % chez la chèvre noire du Moyen Orient ; elles sont plus importantes que chez les ruminants qui vivent dans les zones tempérées (15 à 20 %).

D'une façon générale, la déshydratation consécutive à un séjour prolongé (plusieurs jours) de l'animal en zone désertique ou semi-désertique, sans aucune possibilité d'abreuvement, affecte l'ensemble des compartiments corporels. Mais une déshydratation prolongée, ou une réhydratation brutale, comme on l'observe au moment de l'abreuvement des animaux, ne provoque aucun effet néfaste, en particulier au niveau des risques d'hémolyse. On a pu mettre en évidence, à ce sujet, une stabilité osmotique des globules rouges qui semble dépendre davantage de l'espèce animale que des conditions de milieu. Elle est très différente chez les camélidés, les équidés et les bovidés mais très voisine chez la vache, le mouton et la chèvre, quelles que soient les latitudes auxquelles ces animaux vivent.

Le rumen joue un rôle primordial dans la distribution de l'eau que l'animal consomme. Dans les conditions d'élevage en zone désertique, la majeure partie de l'eau bue reste stockée dans le rumen, puis est absorbée régulièrement. Il semble qu'il existe un facteur dépendant de la différence osmotique entre le rumen et le milieu intérieur, qui contrôle les mouvements de l'eau dans le rumen et les ajuste, pour éviter les chocs de pression osmotique que pourrait provoquer un abreuvement important et brutal. On peut donc penser, qu'en dehors du rôle important qu'il joue dans la dégradation des parois des végétaux, le rumen a une fonction capitale dans l'économie d'eau chez le ruminant qui vit en zone désertique. Il permet de stocker une quantité d'eau importante et de l'utiliser sans perturber les conditions physicochimiques des liquides circulants.

La régulation des mouvements de l'eau dans l'organisme a conditionné l'habitat et les capacités de production laitière des femelles vivant en zone désertique. Ainsi, l'ibex, petit ruminant vivant dans les zones arides au voisinage de la Mer Morte, qui ne peut ingérer rapidement des quantités d'eau importantes, doit avoir à sa disposition des endroits abrités du soleil pour vivre normalement. En revanche, la gazelle et la chèvre noire du Moyen Orient peuvent séjourner dans les zones désertiques en absence d'eau, pendant plusieurs jours. Mais alors que la gazelle doit ce fait à la faculté qu'elle a de maintenir son volume sanguin en modifiant celui des autres comportements corporels, la chèvre a la possibilité de stocker une quantité importante d'eau dans son rumen. Ceci lui permet d'ailleurs de métaboliser une quantité d'eau plus importante que la gazelle (le ''turn-over'' ou la vitesse d'utilisation de l'eau est plus élevé) donc d'avoir une activité métabolique plus intense qui correspond à une capacité de production laitière supérieure.

Très peu de choses sont encore connues sur les mécanismes de stockage, de transfert et d'utilisation de l'eau chez les animaux vivant en zones arides ou semi-arides, mais lamélioration de ces connaissances parait indispensable, d'une part pour mieux comprendre les phénomènes physiologiques responsables de la résistance de ces animaux aux conditions de milieu difficile, d'autre part, pour sélectionner ceux qui auront la meilleure productivité, en particulier pour la production laitière.

V. La physiologie digestive des ruminants sauvages (R.743)

Les ruminants représentent plus de 170 espèces. On les trouve depuis la toundra jusque dans les forêts et les déserts tropicaux. Leurs poids varient d'environ 1 kg à plus d'une tonne ; aussi, la gamme très étendue de leurs besoins métaboliques, associée aux innombrables différences des conditions de milieu, les a conduits a s'adapter de façon remarquable, tant au niveau de l'anatomie digestive, de la physiologie et du métabolisme.

- particularités anatomiques

On peut classer les différentes espèces de ruminants en trois groupes, selon le type de leur alimentaiton (tabl. 4) : a) ceux qui consomment essentiellement des aliments grossiers, riches en

TABLEAU 4

Répartition de quelques espèces de ruminants en fonction de la nature de leur alimentation

(d'après KAY, ENGELHARDT et WHITE - Rapport n° 37 du symposium)

Fourrages (groupe a)		Alimentation mixte (groupe b)		Aliments riches en énergie (groupe c)	
Bison d'amérique	(800)*	Bison européen	(800)	Girafe	(800)
Buffle africain	(700)	Boeuf musqué	(350)	Elan	(400)
Boeuf	(600)	Cerf	(150)	Kudu (antilope)	(250)
Zébu	(400)	Renne	(100)	Chevreuil	(20)
Oryx	(180)	Impala (antilope)	(60)	Dik-Dik (antilope)	(5)
Mouton d'Europe	(50)	Chèvre	(40)	Suni (antilope)	(4)
Mouflon	(30)	Chamois	(30)		

* Les valeurs entre parenthèses indiquent le poids approximatif des animaux (kg)

constituants pariétaux ; b) ceux qui, selon les condiitons alimentaires ingèrent soit des fourrages, soit des aliments plus riches en énergie et en azote ; c) ceux qui consomment essentiellement ce dernier type d'aliments. Dans ce cas, ce sont le plus souvent des animaux de petite taille, mais on trouve aussi dans ce groupe des animaux de grand format (girafe). Il faut rappeler que le besoin en énergie - qui est celui qui détermine, surtout chez les ruminants sauvages — la quantité d'aliment à ingérer - varie comme le poids métabolique ($P^{0,75}$). Ce besoin (1) sera plus élevé chez un ruminant de 5 kg que chez un animal de 50 ou a fortiori de 500 kg. Ceci a certainement conditionné au moins en partie, le développement des diverses espèces de ruminants dans des niches écologiques où ils pouvaient satisfaire leurs besoins énergétiques en adaptant leur tube digestif pour utiliser au mieux les ressources alimentaires disponibles.

Les ruminants du premier groupe (a) ont des préestomacs de grande taille et bien compartimentés qui permettent une rétention prolongée des aliments et donc une bonne utilisation des glucides pariétaux. A l'opposé, les préestomacs des ruminants du groupe (c) sont de petite taille et peu différenciés ; le feuillet est peu ou parfois pas développé, la paroi de leurs préestomacs est bien pourvue en papilles permettant une absorption rapide des acides gras volatils qui, avec le type d'aliments consommés, sont produits en quantité importante. La sécrétion de leurs glandes parotides est abondante, le temps de séjour des digestas dans les préestomacs est faible et la digestion de la cellulose peu efficace. Les ruminants du groupe (b) ont une position intermédiaire. D'une façon générale, les ruminants ont un gros intestin bien développé, mais aucune relation n'a pu être faite entre la taille respective du gros intestin et de l'intestin grêle et les habitudes alimentaires des différents groupes de ruminants.

- particularités physiologiques

La physiologie digestive des ruminants sauvages est très mal connue compte tenu des difficultés évidentes d'expérimentation. La vitesse de transit des aliments a été cependant assez bien étudiée chez certaines espèces (cerfs, antilopes). Elle est plus rapide chez les animaux qui se nourissent d'aliments riches en énergie que chez ceux qui consomment des fourrages grossiers. Peu de données également sont disponibles, quant à la motricité gastrique : elle est identique chez les bisons (américains) et chez les bovins mais très différente de l'alpaca ou du guanaco : au niveau du rumen, les groupes de six contractions se répètent toutes les 12 secondes chez ces derniers alors que chez les bovins, les contractions groupées par deux, sont espacées d'environ 50 à 70 secondes.

Les fermentations au niveau du rumen ont fait l'objet de plus d'observations, mais elles sont très difficiles à interpréter compte tenu du manque de données sur la nature et les quantités d'aliments ingérés au cours de ces mesures. Une relation a été établie entre le volume de gaz produit par gramme de matière sèche de contenu de rumen fermenté et par heure (Y) et le logarithme du poids de l'animal (X) ($Y = 2,85 - 0,23\ X$) mais il semble que cette relation ne puisse pas être généralisée. Les fermentations du rumen et la population microbienne sont essentiellement sous la dépendance de l'alimentation et les variations qui ont été observées, entre différentes espèces de ruminants sauvages, sont à relier aux modifications alimentaires comme cela a été décrit maintes fois chez les ruminants domestiques.

- particularités métaboliques

Trois exemples, dans ce rapport, illustrent comment le métabolisme de l'urée, la mobilisation des lipides et l'utilisation des minéraux, peuvent être modifiés en fonction des conditions de milieu pour mieux satisfaire les besoins des animaux. Les ruminants sauvages peuvent recycler l'azote uréique endogène, lorsque la teneur en azote du régime est faible, et améliorer de façon importante la synthèse microbienne dans le rumen. Ce recyclage peut concerner près de 90 % de l'urée circulant chez le chameau, le lama et le cerf. La mobilisation des réserves corporelles est importante chez beaucoup de ruminants sauvages : elle dépend évidemment des fluctuations saisonnières des quantités ingérées, mais aussi d'une modification de l'activité métabolique des animaux qui est à relier à l'éclairement. Enfin, la croissance des bois chez les cerfs pose un problème concernant l'équilibre entre les apports et les besoins en minéraux. Le poids des bois varie comme le poids vif à la puissance 1,6 ($P^{1,6}$) alors que l'appétit varie comme le poids métabolique ($P^{0,75}$). Il y a donc obligatoirement

(1) exprimé en énergie métabolisable par kg de poids vif.

prélèvement important de minéraux dans lesquelette. On pense ainsi que la sous nutrition minérale, qui est dans ce cas inéluctable, réduit l'appétit donc la croissance corporelle de l'animal et de ce fait son besoin global en minéraux.

En conclusion, l'étude de l'anatomie digestive, de la physiologie et du métabolisme des ruminants sauvages dans différentes conditions écologiques est d'un intérêt certain, d'une part pour mieux comprendre la physiologie digestive du ruminant, d'autre part pour déterminer quelle sont les espèces de ruminants sauvages les mieux adaptées à l'intensification de leur production laitière ou de leur production de viande Plusieurs espèces de ruminants sauvages sont déjà sur le chemin de la domestication : élan, cerf, renne et on peut penser qu'une bonne connaissance de leur physiologie digestive devrait permettre de les alimenter de façon plus rationnelle.

Compte rendu des 13èmes journées du ''Grenier de Theix''

Les recherches sur le cheval ont repris un certain essor dans divers pays depuis une quinzaine d'années, en particulier en France.

Dans notre pays, deux événements ont motivé ce renouveau des recherches :

- En 1940 la France possédait près de deux millions de chevaux essentiellement de trait. Actuellement, elle n'en possède plus que 400 000. La motorisation de l'agriculture qui s'est développée après la guerre (nombre de tracteurs × 40) a conduit à une décapitalisation accélérée du cheptel de chevaux de trait (-1,7 millions). Or, la France consomme régulièrement de la viande de cheval (près de 100 000 tonnes par an) et actuellement 80 % de cette viande est importée, essentiellement d'Amérique du Nord. En 1981, le déficit représente plus d'un milliard de francs lourds.

- Simultanément les courses, les sports équestres et l'équitation de loisir ont connu un essor important : le nombre des pratiquants est passé de 22 000 à 250 000 au cours des seules dix dernières années et les chevaux de sang représentent désormais plus de la moitié des effectifs.

C'est l'I.N.R.A. qui a essentiellement chargé en 1972 d'entreprendre ces nouvelles recherches à la demande et avec l'aide du service des Haras et de l'équitation. Ces travaux sont réalisés dans différents Centres de Recherches :

- à Nouzilly près de Tours pour la Physiologie de la reproduction
- à Theix près de Clermont-Ferrand et à Dijon pour l'élevage et l'alimentation
- à Jouy-en-Josas près de Versailles, pour la sélection et les contrôles de filiation
- en collaboration avec la station expérimentale des Haras située à Chamberet en Corrèze près du Haras de Pompadour ou du Haras du Pin en Normandie.

Plusieurs Chaires d'Enseignement des Ecoles Vétérinaires d'Alfort, Lyon, Toulouse et Nantes sont également concernées pour la pathologie et la médecine sportive du cheval athlète.

Après 10 ans de travail nos connaissances se sont considérablement accrues et rénovées dans plusieurs domaines. C'est pourquoi, les chercheurs de l'I.N.R.A. du C.R.Z.V. de Theix ont jugé opportun d'en faire la synthèse à l'occasion des 13èmes Journées du Grenier de Theix qui se sont tenues à Clermont-Ferand les 25, 26 et 27 novembre dernier.

Les thèmes retenus ont été : Reproduction - Alimentation - Exploitation.

180 personnes environ ont participé à ces journées : chercheurs, enseignants, représentants des services des Haras et de l'Equitation, vétérinaires, techniciens et ingénieurs des organismes professionnels ou de l'industrie.

L'ensemble des participants a pu constater que des progrès importants ont été réalisés.

Il est possible de faire produire un poulain chaque année par une jument grâce à une meilleure connaissance du cycle ovarien de la jument et à sa maitrise. Différents systèmes de reproduction sont disponibles :monte en main améliorée, monte en liberté, selon les types de chevaux considérés. En outre, l'insémination artificielle peut ajourd'hui être utilisée avec du sperme frais.

L'alimentation du cheval peut être envisagée maintenant sur des bases physiologiques mieux connues. Les besoins du cheval et les apports recommandés ont été précisés, de même que la valeur alimentaire des aliments et leurs conditions d'utilisation (y compris les aspects pathologiques).

Différents systèmes d'élevage et de production du cheval lourd ont été proposés sur des bases techniques et économiques solides.

Enfin, le choix des reproducteurs et des reproductrices peut maintenant être effectué à l'aide de critères objectifs tels que leurs performances. C'est dans le domaine du cheval de sang que les progrès génétiques ont été les plus importants puisque les éleveurs disposent maintenant d'indices de sélection.

Ces journées ont donné lieu à des échanges de vue fructueux.

Elles seront suivies de la publication d'un ouvrage à la fin de l'année 1982.

Voici les titres des communications qui ont été présentées :

Mercredi 25, matin

sous la Présidence de H. BLANC
Chef du Service des Haras et de l'Equitation

- Présentation des Journées
  par R. JARRIGE, Chef du Département ''Elevage des Ruminants et du Cheval''

I - ETAT ACTUEL DES EFFECTIFS ET PERSPECTIVES D'EVOLUTION EN FRANCE ET DANS LE MONDE
(H. BLANC - E. ROSSIER - J. COLEOU)

II - REPRODUCTION

- Introduction aux problèmes de fertilité dans l'espèce équine
  par E. PALMER, M.A. DRIANCOURT

- La fertilité dans l'espèce équine - Aspects chez la femelle
  par M.A. DRIANCOURT, E. PALMER

- Problèmes de fertilité - Aspects chez l'étalon
  par E. PALMER, A. FAUQUENOT

- Monte en station et monte en liberté
  par M. JUSSIAUX et C. TRILLAUD-GEYL

- Transferts d'oeufs chez la jument
  par E. PALMER

- Production et utilisation du sperme d'étalon (insémination artificielle)
  par le Professeur H. MERKT (R.F.A.)

- Utilisation des traitements lumineux et de synchronisation des chaleurs dans un Haras de trotteur
  par P. JULLIENNE et E. PALMER

- Insémination artificielle avec du sperme frais
  par P. DOMERG, T. De SAINTE MARIE, E. PALMER

Mercredi 25, après-midi

sous la Présidence de R. JARRIGE
Chef du Département ''Elevage des Ruminants et du Cheval'', I.N.R.A.

III - ALIMENTATION DU CHEVAL

- Particularités de l'ingestion et du comportement alimentaire du cheval
  par W. MARTIN-ROSSET, M. DOREAU, M. CHENOST, Mme Elisabeth GRENET, J.P. DULPHY

- Particularités de la digestion chez le cheval
  par le Professeur R. WOLTER

- Métabolisme énergétique et azoté. Mode d'expression des besoins et des apports
  par le Professeur J.L. TISSERAND, M. VEZRMOREL, R. PION

- Digestibilité et valeur nutritive des aliments : Tables
  par W. MARTIN-ROSSET, J.P. DULPHY, J. ANDRIEU, le Professeur J.L. TISSERAND, M. CHENOST, Mme Elisabeth GRENET

- Métabolisme minéral : besoins et apports
  par J.P. BARLET et le Professeur H. MEYER (R.F.A.)

Jeudi 26, matin

sous la Présidence du Général DUMONT SAINT-PRIEST
Directeur de l'Ecole Nationale d'Equitation

IV - LE CHEVAL DE LOISIR ET DE SPORT

- Alimentation du cheval de sport et sa pathologie
  par le Professeur R. WOLTER

- Biochimie de la résistance à l'effort
  par le Professeur G. MOUTHON, B. ARDILLER, J.M. MICHAUX, S. FONDEUR

- Aptitudes et sélection
  par B. LANGLOIS

- Contrôle de la filiation
  par J.C. MERIAUX

- L'aneuploïdie chez le cheval domestique (Equus caballus 1.)
  par E. CRIBIU

- Le cheval de loisir
  par F. CLOS

- Sélection des chevaux de sport
  par M. DE VAULX

Jeudi 26, après-midi

sous la Présidence de E. PARRY
Président de la Fédération Nationale Chevaline

V - EXPLOITATION POUR LA PRODUCTION DE VIANDE

- Etat actuel de la production et de la consommation
  par E. ROSSIER

- Choix du type d'animal et des reproducteurs
  par M. JUSSIAUX et B. LANGLOIS

- Besoins et alimentation de la jument
  par W. MARTIN-ROSSET, M. DOREAU

- Mode d'exploitation des troupeaux de juments : utilisation des surfaces peu productives
  par W. MARTIN-ROSSET, Mme Catherine TRILLAUD-GEYL, P. LOISEAU

- Productivité des troupeaux de juments. Méthodes d'analyses et résultats
  par G. LIENARD et W. MARTIN-ROSSET

- Croissance et besoins du poulain
  par J. AGABRIEL, W. MARTIN-ROSSET, J. ROBELIN

Vendredi 27, matin

sous la Présidence de C. BERANGER
Directeur du Laboratoire de la Production Viande

Méthodes de production et d'alimentation à l'auge du poulain en croissance et à l'engrais
par Mme Catherine TRILLAUD-GEYL, W. MARTIN-ROSSET, M. JUSSIAUX, J. AGABRIEL

- Exploitation de l'herbe par le cheval en croissance ou à l'engrais
  par W. MARTIN-ROSSET, Mme Catherine TRILLAUD-GEYL, M. JUSSIAUX, J. AGABRIEL

- Caractéristiques des carcasses - Qualité de la viande - Classification et cotation
  par R. BOCCARD, W. MARTIN-ROSSET, J. ROBELIN, M. JUSSIAUX, Mme Catherine TRILLAUD-GEYL, D. COURTOT

- Installations d'élevage et d'engraissement
  par M. De VAULX

- Facteurs techniques et économiques influençant la production de poulains de boucherie
  par J. AGABRIEL, G. LIENARD

- Production chevaline dans le Massif-Central
  par J.P. OLLIVIER

- Production chevaline en Piémont Pyrénéen
  par De LABARRE

- Produire c'est bien - vendre c'est mieux
  par J. VINCENT

Vendredi 27, après-midi

Visite du Centre I.N.R.A. de Theix, et plus particulièrement du secteur chevalin.

Congrès, Symposium, Réunions internationales

- **Des Journées "Métabolismes"** organisées dans le cadre de **l'Association Française de Nutrition** par le CNERNA, se sont déroulées à Paris les 22 et 23 janvier 1981. Les communications suivantes ont été présentées par les chercheurs du Centre :

  - M. BALAGE, J. GRIZARD : Influence de la restriction énergétique sur les récepteurs de glucagon dans le foie chez le rat en croissance.

  - C. DEMIGNE et C. REMESY : Etude de l'acidose hépatique chez le rat.

  - E. GUEUX, Y. RAYSSIGUIER : Effet de la carence en magnésium associée à un régime riche en saccharose sur le métabolisme lipidique chez le rat.

  - Y. RAYSSIGUIER, F. CHEVALIER et J. KOPP : Collagène hépatique après traitement au tétrachlorure de carbone ou administration chronique d'éthanol chez le rat carencé en magnésium.

  - Y. RAYSSIGUIER, F. CHEVALIER, C. REMESY et C. DEMIGNE : Effet de la carence en calcium sans hypocalcémie sur l'insuline plasmatique du rat recevant une injection de glucose.

  - C. REMESY et C. DEMIGNE : Influence de divers substrats glucoformateurs sur la cétogénèse hépatique chez le rat.

- **Une réunion de la British Nutrition Society** s'est tenue à Bristol (G.B.) les 7 et 8 avril 1981.
R. PION a présenté la communication suivante : "Métabolisme azoté chez l'homme"

- **Le 5ème Colloque International de Radioimmunologie,** organisé par le Professeur A. BIZOLLON, s'est déroulé à la Faculté de Médecine de Lyon du 9 au 11 avril 1981. Marie-Jeanne DAVICCO a présenté la communication suivante : Problèmes posés par le dosage radioimmunologique de la TSH ovine ou bovine.

- **Les 4èmes Journées d'Etudes sur la Production Animale** se sont tenues à l'I.N.A. d'Alger les 25 et 26 avril 1981. G. MOLENAT y a présenté une conférence intitulée : Recherches zootechniques sur les parcours ; une démarche intégrée s'impose.

- **Un Symposium International sur la nutrition et les systèmes d'alimentation de la chèvre** s'est tenu à Tours du 12 au 15 mai 1981. Il était organisé par l'ITOVIC et l'INRA, placé sous le patronnage de la FEZ et consacré à la Nutrition et aux systèmes d'alimentation de la chèvre.

Parmi les rapports et communications des chercheurs de l'ITOVIC et de l'INRA :

- Y. CHILLIARD, D. SAUVANT, P. BAS, G. PASCAL et P. MORAND-FEHR ont présenté une communication sur "l'importance relative et activités métaboliques des différents tissus adipeux de la chèvre laitière".

- D. SAUVANT, S. GIGER, Y. CHILLIARD et P. MORAND-FEHR sur la "Capacité d'ingestion de la chèvre en début de lactation".

- M. LAMAND sur "Métabolisme et besoins en oligo-éléments des chèvres".

- **Une réunion d'Endocrinologie,** organisée par le Professeur Ph. HEMON, s'est tenue à l'Université P. et M. Curie à Paris, les 15 et 16 mai 1981. Deux communications ont été présentées:

  - Marie-Jeanne DAVICCO et J.P. BARLET : Iodothyronines plasmatiques au cours de la période périnatale chez l'agneau ; influence d'une injection de TSH.

  - A. SAFWATE, J.P. BARLET : Influence d'une perfusion d'ACTH sur l'aldostéronémie du veau.

- **Une consultation organisée par la F.A.O. sur "The European coopérative network on sheep production"** qui s'est déroulée du 26 au 29 mai 1981 à Santarem (Portugal) :

  - Brigitte MICHALET-DOREAU a présenté la communication suivante : Etude méthodologique concernant la détermination de la valeur énergétique et azotée des sous-produits.

- **Le VIème Symposium International sur les acides aminés** s'est tenu à Serock (Pologne) du 1er au 5 juin 1981.

  - R. PION a présenté la communication suivante : Estimation des besoins en acides aminés du veau préruminant à partir des teneurs en acides aminés libres du sang et de certains métabolites urinaires.

- **Le 14ème Congrès International des Herbages** a eu lieu à Lexington - U.S.A. du 15 au 24 juin 1981.

  - J. ANDRIEU y a assisté et les communications suivantes ont été présentées :

  - Nitrogen value of forages (Elisabeth GRENET, C. DEMARQUILLY et J. ANDRIEU)

  - Grass silage intake by dairy cows : potential to meet maintenance and milk production requirements (J.P. DULPHY, C. DEMARQUILLY et J.P. ANDRIEU).

- **Un séminaire C.E.E. sur le ''Calf Welfare''** s'est déroulé à Bruxelles les 9 et 10 juillet 1981.

- P. LE NEINDRE a présenté la communication suivante : Behaviour of cow and calf.

- **Un séminaire sur la Nutrition des Ruminants** s'est tenu à Beekley (West Virginia) les 22, 23 et 24 juillet 1981.

- Y. GEAY a participé à ce ''worksop'' organisé par les chercheurs fédéraux américains dont le but était de discuter et d'élaborer les thèmes de recherche sur l'alimentation et la nutrition des ruminants pour la prochaine décennie.

- **La 73ème réunion annuelle de la Société Américaine des Sciences Animales**, s'est déroulée à Raleigh (North Carolina) du 26 au 29 juillet 1981.

- Y. GEAY a présenté la communication suivante : Energy and protein utilization in growing cattle.

- **Le XIIème Congrès International de Nutrition** s'est tenu à SAN DIEGO (USA) du 16 au 21 août 1981. Deux communications ont été présentées :

- C. DEMIGNE et C. REMESY : Influence of ammonia on liver metabolism in rats adaptated to high-carbohydrate or high-protein diets.

- C. REMESY et C. DEMIGNE : Effects of fermentable carbohydrates on glucose and volatile fatty acid absorption and insulin secretion.

- **Le 3ème Symposium International sur le Magnésium** s'est tenu à Baden-Baden (R.F.A.) du 22 au 28 août 1981. Les communications suivantes ont été présentées par les chercheurs du Centre :

- E. GUEUX et Y. RAYSSIGUIER : The hypercholesteroloemic effect of magnesium deficiency following cholesterol feeding in the rat.

- A. De LAROCQUE, Y. RAYSSIGUIER, E. GUEUX, P. MALET, J.P. TURCHINI : Response to injury after temporarily clamping abdominal aorta in magnesium deficient rat.

- M. LE PONCIN-LAFITTE, P. MARTIN, J.R. RAPIN, J. DURLACH, J.P. GODARD et Y. RAYSSIGUIER : Magnesium deficiency and behaviour in adult rats.

- J.R. RAPIN, V. GALIEZ, M. LE PONCIN-LAFFITE, J. DURLACH, Y. RAYSSIGUIER et J.P. GODARD : Brain regional distribution of adenosine 3,5 monophosphate and guanosine 3,5 monophosphate in adult Mg deficient rats.

- Y. RAYSSIGUIER : Magnesium and lipids interrelationships in the pathogenesis of vascular diseases.

- **Un symposium sur ''Nutritional limits to animal production from pastures''** s'est tenu à Brisbane (Australie) du 23 au 28 août 1981.

- R. JARRIGE y a assisté et a présenté la communication suivante qui lui avait été demandée :

- ''Forage conservation'' (R. JARRIGE, C. DEMARQUILLY et J.P. DULPHY).

- **Le 27ème Congrès Eurpéen des Chercheurs en Viande** s'est déroulé à Vienne (Autriche) du 24 au 28 août 1981. Trois communications ont été présentées :

- M. RENERRE et A. TALMANT : Relation entre type métabolique et respiration musculaire.

- A. PINKAS, C. VALIN, P. MARINOVA, D. NEDELCHEV, A. STOYANOV : Study on the type and diameter of muscle fibres in lambs of some breeds and crosses.

- J. KOPP et M. BONNET : Stabilité thermique et chimique du collagène de bovins normaux et culards de 2 ans.

- **La 6ème Conférence sur l'ensilage** a eu lieu à Edimbourg (G.B.) du 1er au 3 septembre 1981.

- J.P. DULPHY y a assisté et a fait un exposé sur la valeur azotée des ensilages d'herbe pour les vaches laitières.

- M. CHENOST et G. MOLENAT ont organisé la Réunion du **4ème groupe de travail européen sur le pâturage** qui s'est déroulée à Theix du 14 au 18 septembre 1981. Le thème traité était ''l'influence de la complémentation sur les quantités d'herbe ingérées par l'animal au pâturage''. Cette réunion a regroupé 22 participants étrangers, représentant 9 pays et 20 participants français. 16 communications, dont 7 françaises, ont été présentées ; elles ne seront pas publiées mais font l'objet d'un rapport de synthèse. La prochaine réunion de ce groupe doit se tenir en 1984.

- **Le 2ème Congrès Français d'Endocrinologie,** organisé par le Professeur J.C. JOB, s'est tenu à l'Université René Descartes, à Paris, les 24, 25 et 26 septembre 1981.

- D. DURAND et J.P. BARLET ont présenté la communication suivante : Influence de la calcitonine maternelle sur la calcémie foetale chez la brebis.

- **Un Congrès européen sur les matières protéiques végétales destinées à l'alimentation humaine** a été organisé à l'I.N.R.A. à Nantes, les 5, 6 et 7 octobre 1981. G. FAUCONNEAU a présenté un **rapport introductif :**

''La place des protéines dans l'alimentation humaine''.

Les communications suivantes ont été présentées par des chercheurs du centre :

- R. PION : Signification de la valeur nutritive des protéines et sa mesure.

- J. CULIOLI, B. BOUCHET, D.J. GALLANT : Relation entre la structure fine et les propriétés mécaniques de protéines de féverole filées.

- J. CULIOLI, P. NOEL, J.P. MELCION, P. ROUGIE, R. GOUTEFONGEA : Coloration par nitrosylhemoglobine de protéines végétales texturées par filage et par cuisson-extrusion.

- Des **Journées ''Digestion''** organisées dans le cadre de l'**Association Française de Nutrition** se sont déroulées à Montpellier les 27 et 28 octobre 1981.

- E. COMBE, R. PION, J.C.P. MESLIN et Ph. GOUET ont présenté la communication suivante : Effet de la décontamination par les antibiotiques sur la muqueuse intestinale et sur les composés azotés des contenus digestifs du rat.

- Le **5ème Séminaire G.T.V.** (Groupements techniques vétérinaires) - **I.N.R.A.** s'est tenu les 3 et 4 novembre 1981 à Clermont-Ferrand sur le thème des Maladies Métaboliques. Les communications suivantes ont été présentées par les chercheurs du Centre :

- C. DEMIGNE : Les différents types d'acidose
- G. MONIN : L'hyperthermie maligne du porc.
- B. REMOND et Y. CHILLIARD : Le syndrome du lait pauvre en matière grasse
- C. REMESY : Rappel sur le métabolisme intermédiaire
- C. DEMIGNE et C. REMESY : Les échanges métaboliques mère-foetus
- J.P. BARLET : le syndrome vitulaire
- Y. RAYSSIGUIER : La tétanie d'herbage.

- Lors d'une **réunion du GERLI** (Groupement d'étude et de recherche sur les lipides) qui s'est tenue à Strasbourg les 12 et 13 novembre 1981, B. AUROUSSEAU a présenté les posters suivants :

- ''Influence des apports alimentaires d'acide linoléique sur la composition des phospholipides du muscle, du foie et des tissus adipeux du veau de boucherie''.
- ''Influence comparée du génotype, du type d'aliment ou de l'implant d'hormones sur la composition des phospholipides du muscle et des tissus adipeux du veau de boucherie''.

- Une **Journée des Biologistes Praticiens** s'est tenue à Paris le 27 novembre 1981.

- J.DURLACH et Y. RAYSSIGUIER ont présenté la communication suivante : la pathologie liée au magnésium.

- Les **6èmes Journées de la Recherche Ovine et Caprine** (INRA-ITOVIC) sur la Production Laitière Ovine et Caprine, ont eu lieu les 2 et 3 décembre 1981 à Toulouse. Les rapports et communications suivantes ont été présentés :

- P. MORAND-FEHR, J.C. LE JAOUEN, Y. CHILLIARD et D. SAUVANT : ''Les constituants du lait de chèvre, synthèse et facteurs de variation''.
- D. SAUVANT, Y. CHILLIARD, P. BAS et P. MORAND-FEHR : ''Interactions alimentation × individus en production laitière caprine''.
- Y. CHILLIARD, G. SELSELET-ATTOU, P. BAS et P. MORAND-FEHR : ''Facteurs influençant la lipolyse du lait de chèvre''.

- La **Société Française d'Hépathologie** a organisé, le 14 décembre 1981, à Paris, une Journées au cours de laquelle Y. RAYSSIGUIER et J. DURLACH ont présenté la communication suivante :

''Déficit magnésique marginal et lésions hépatiques expérimentales du rat''.

- Un **séminaire C.E.E. sur ''In vivo estimation of body composition of cattle''** s'est tenu à Copenhague les 15 et 16 décembre 1981. J. ROBELIN a présenté au cours de ce séminaire les deux communications suivantes :

1. Measurement of body water in living cattle by dilution techniques
2. Estimation of body composition by dilution techniques in nutrition experiments.

- Une **réunion I.N.R.A. sur la Viabilité et l'élevage des jeunes caprins pendant la période lactée** s'est tenue à Avord, le 16 décembre 1981. G. CABELLO a présenté les communications suivantes :

- Viabilité du ruminant nouveau-né et endocrinologie périnatale
- Absorption des immunoglobulines colostrales chez l'agneau.

Sommaire des publications des chercheurs du centre parues dans les annales de l'I.N.R.A.

(1er semestre 1981)

Yseult VILLETTE et M. THERIEZ. Influence du poids à la naissance sur les performances d'agneaux de boucherie. I. Niveau d'ingestion et croissance. A*Ann. Zootech.,* 1981, 30 (2), 151-168.

Les effets d'une réduction du poids à la naissance sur les croissances et les consommations individuelles ont été étudiés au cours de deux expériences portant respectivement sur 105 et 29 agneaux mâles issus de portées simples à quadruples. Lors de l'expérience A, les agneaux sont restés sous la mère jusqu'au sevrage (6 semaines) puis transférés en case individuelle où ils ont reçu la ration d'engraissement (202 g MAT/kg MS) à volonté (lot A1) (3310 kcal EM/kg MS) ou en quantité retreinte (lot A2) (3320 kcal EM/kg MS). Dans l'expérience B, les contrôles ont commencé dès l'âge de 2 jours par l'utilisation de l'allaitement artificiel en case individuelle. Après le sevrage, la ration d'engraissement (165 g MAT/kg MS et 3120 kcal EM/kg MS) comme précédemment l'aliment d'allaitement (245 g MAT/kg MS et 5230 kcal EM/kg MS) a été distribué à volonté.

De la naissance à l'abattage (33 à 35 kg) les animaux ont présenté un poids d'autant plus élevé qu'ils étaient plus lourds à la naissance. Pendant la phase lactée le gain quotidien (G.M.Q.) est positivement lié au poids à la naissance quel que soit le mode d'allaitement (simple ou double sous la mère, allaitement artificiel) et ceci malgré une croissance relative (G.M.Q./poids) supérieure à même âge pour les agneaux initialement les plus petits. Ainsi, au sevrage à un écart initial de 1 kg correspond un écart pondéral de 2,5 kg.

Après le sevrage l'effet du poids à la naissance sur la croissance n'est plus significatif dans le lot A1 (G.M.Q. : 266 $\pm$ 60 g/j). Dans le lot B il persiste jusqu'à l'âge de 10 semaines (G.M.Q. : 314 $\pm$ 69 g/j).

Pendant la phase lactée les quantités ingérées rapportées au poids métabolique sont au même âge indépendantes du poids à la naissance. Aussi les quantités d'énergie métabolisable totales ou disponibles pour la croissance augmentent-elles avec le poids à la naissance et sont-elles utilisées à âge égal avec une efficacité voisine. Pendant la phase d'engraissement, une fois passée la période post-sevrage, les consommations estimées au même âge ou au même poids sont indépendantes du poids à la naissance. Il en est de même pour l'efficacité alimentaire calculée globalement pour la période d'engraissement.

La restriction alimentaire de 16 % dans le lot A2 a provoqué une diminution de 23 % de la vitesse de croissance moyenne (206 $\pm$ 37 g/j). L'influence du poids à la naissance sur les différents paramètres est similaire à celle observée dans le lot A1.

Yseult VILLETTE et M. THERIEZ. Influence du poids à la naissance sur les performances d'agneaux de boucherie. II. Composition corporelle et chimique d'agneaux abattus au même poids. *Ann. Zootech.,* 1981, 30 (2), 169-182.

Les effets d'une diminution du poids à la naissance sur l'état d'engraissement d'agneaux abattus à 33 ou 35 kg ont été étudiés au cours de deux expériences portant respectivement sur 105 (1,9 à 6,6 kg à la naissance) et 29 agneaux (1,7 à 5,5 kg à la naissance). En outre, dans la seconde expérience, la composition tissulaire de la carcasse, sa composition chimique ainsi que celle de la masse corporelle ont été déterminées sur 11 agneaux dont le poids à la naissance variait de 1,7 à 5,5 kg.

L'état d'engraissement estimé par la pesée du gras péristomacal et périrénal augmente quand le poids à la naissance diminue. Mais ce dernier ne modifie pas l'épaisseur du gras de couverture.

Les agneaux de poids réduits à la naissance ont une carcasse plus riche en gras et plus pauvre en os. Sa composition chimique ainsi que celle de la masse corporelle présentent une teneur supérieure en gras et inférieure en eau. Cependant l'ensemble de ces résultats reste non significatif. Si la teneur en cendres de la carcasse ou de la masse corporelle est peu affectée par les variations du poids à la naissance, en revanche celle de l'os est fortement augmentée ($R = -0{,}56$ - $p < 0{,}05$) avec une diminution du poids à la naissance.

De même, la vitesse de croissance après sevrage variant de 230 à 407 g/j, une vitesse de croissance réduite a des effets semblables, au niveau de la composition tissulaire ou chimique, à ceux de la réduction du poids de naissance.

M. DOREAU, W. MARTIN-ROSSET, J.P. BARLET. Variations au cours de la journée des teneurs en certains constituants plasmatiques chez la jument poulinière. *Reprod. Nutr. Dévelop.,* 1981, 21 (1), 1-17.

H. RULQUIN. Etude méthodologique sur la mesure des différences artério-veineuses mammaires chez la vache laitière. *Reprod. Nutr. Dévelop.,* 1981, 21 (1), 31-46.

J.P. BARLET, T. Minh NGUYEN, Marie-Jeanne DAVICCO, C. DARDILLAT, J. LEFAIVRE, Michèle GARABEDIAN. Plasma levels of vitamin D metabolites in the bovine species during the perinatal period. Reprod. Nutr. *dévelop.,* 1981, 21 (1), 127-134.

Résumé. Nous avons mesuré les taux plasmatiques des principaux métabolites de la vitamine D (25-OH D ; 24,25-$(OH)_2$D ; 1,25-$(OH)_2$D) chez 7 jeunes vaches Jersiaises et leurs veaux, dont 4 étaient porteuses d'un cathéter inséré de façon chronique sur une artère cotylédonnaire au moins 2 semaines avant la parturition. Aucune hypocalcémie significative n'est apparue chez les mères à la mise-bas. Durant les 4 jours précédant et suivant celle-ci, les taux plasmatiques moyens des métabolites ne variaient pas de façon significative ni chez les vaches, ni chez les veaux. Cependant des variations individuelles importantes et rapides des concentrations en 1,25-$(OH)_2$D ont pu être mises en évidence chez un veau pendant les 48 premières heures de vie postnatale.

Avant la naissance, les taux plasmatiques de 1,25-$(OH)_2$D, comme ceux de 24,25-$(OH)_2$D, étaient corrélés positivement chez les fœtus et leurs mères. Ils étaient corrélés négativement à la calcémie chez les mères avant la parturition. Enfin, le 25-(OH) D (13 ng/ml), le 24,25-$(OH)_2$D (1 ng/ml) et le 1,25-$(OH)_2$D (76 pg/ml) ont pu être décelés dans le plasma d'un fœtus prélevé 35 jours avant la naissance.

R. DIDIER, C. REMESY, C. DEMIGNE. Effect du jeûne sur les principaux métabolites sanguins et hépatiques de la néoglucogénèse et de la cetoénèse chez la caille domestique adulte (Coturnix coturnix japonica. *Reprod. Nutr. Dévelop.,* 1981, 21 (3), 421-428.

Les reproductions partielles ou complètes d'articles extraits de ce bulletin doivent être référencées avec précision. Les indications de référence figurent au haut de la première page de chaque article.

I.N.R.A.-Publications
C.N.R.A.
78000 - VERSAILLES
Dépôt légal : 1er trimestre 1982
N° C.P.P.A.P. : 573 ADEP

Directeurs de la Publication
C. MALTERRE et A. HODEN